

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

KATEDRA ODĚVNICTVÍ

Program: N3106 – Textilní inženýrství

Obor: Textilní a oděvní technologie

STUDIE VLIVU PARAMETRŮ ŠITÉHO MATERIÁLU A POVRCHOVÝCH
ÚPRAV STROJNÍCH ŠICÍCH JEHEL NA VELIKOST SÍLY PRŮPICHU

STUDY OF THE INFLUENCE OF SEWING MATERIAL PROPERTIES AND
SURFACE ADJUSTMENTS OF INDUSTRIAL SEWING NEEDLES ON THE
PENETRATION FORCE

Zuzana Seidlová

KOD – 792

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marie Koldinská

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 74

Počet obrázků: 51

Počet tabulek: 16

Počet příloh: 3

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 12. května 2008

.....

Podpis

Poděkování

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Marii Koldinské za pomoc při řešení diplomové práce.

Děle děkuji paní Janě Klestilové z firmy Groz-Beckert za poskytnutí strojních šicích jehel a informačních materiálů. Firmám Johnson Controls a Pallas Bohemia za ochotu a spolupráci při zpracování této práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na studii vlivu parametrů šitého materiálu a povrchových úprav strojních šicích jehel na velikost síly průpichu.

V první teoretické části jsou charakterizovány estetické vlastnosti švů a parametry, které vlastnosti ovlivňují. Jsou zde popsány povrchové úpravy jehel a jejich vliv na šicí proces. Rozebrány jsou také nejpoužívanější strojní šicí jehly se zaměřením na jejich povrchovou úpravu při zpracování materiálů určených na autosedačky.

V druhé experimentální části byla zjišťována velikost síly průpichu jehel s různými povrchovými úpravami v závislosti na parametrech šitého materiálu a stupni opotřebení jehly. Byl zde také hodnocen vzhled povrchu jehly.

Abstract

This Thesis is concerned with the study of the influence of sewing material properties and surface adjustments of industrial sewing needles on the penetration force.

In the first theoretical part, the estetic properties of the seams are characterised as well as the properties which influence these surface adjustments of the needles and their influence on the sewing process are described. The most oftenused industrial sewing needles are presented in connection with their surfaceadjustments in the manufacture of materiale used for car seats.

In the second practical part, the penetration force of needles with different surface adjustments is examined in compliance with the sewing material properties and the degree of needle wear. The condition of the needle surface was also evaluated.

Klíčová slova / Key words

Strojní šicí jehla – Industrial sewing needle

Šitý materiál – Sewing material

Parametry švu – Seam properties

Povlaky jehel – Needle coating

Síla průpichu – Penetration force

Automobilový průmysl – Automotive field

OBSAH

1. Úvod	9
2. Teoretická část.....	10
2.1 Historie vývoje strojních šicích jehel	10
2.2 Strojní šicí jehla.....	13
2.2.1 Funkce šicí jehly.....	13
2.2.2 Výroba strojních šicích jehel.....	13
2.2.3 Části strojové šicí jehly.....	14
2.2.4 Rozdělení strojových šicích jehel dle konstrukce	15
2.2.5 Požadavky kladené na strojní šicí jehlu	16
2.3 Povrchové úpravy jehel	17
2.3.1 Povrchová úprava leštěním	17
2.3.2 Niklovaný povlak	17
2.3.3 Chromový povlak	18
2.3.4 Povlak nitridem-titanu	18
2.3.5 Teflonový povlak	19
2.3.6 Keramický povlak	20
2.3.7 Diamantový povlak	20
2.4 Strojní šicí jehly používané při výrobě autosedaček	21
2.4.1 Jehla SAN 5 Gebedur	21
2.4.2 Jehla SAN 6 Gebedur	24
2.4.3 Jehla SAN 11 Gebedur	26
2.4.4 Jehly pro zpracování kůže.....	28
2.5 Charakteristika švu	30
2.5.1 Funkce švu	30
2.5.2 Rozdělení švů	31
2.6 Estetické vlastnosti švů.....	32
2.6.1 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při TPV.....	32
2.6.2 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při zpracování	32
2.6.3 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při používání.....	35
2.6.4 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při údržbě	35
2.7 Hodnocení změn estetických vlastností švů po údržbě	36

2.7.1	Estetické vlastnosti švů hodnocené vizuálně	36
2.7.2	Estetické vlastnosti švů hodnocené pomocí měřících přístrojů nebo měřitelných parametrů	38
3.	Experimentální část	40
3.1	Podmínky experimentu	40
3.1.1	Použité strojní šicí jehly	40
3.1.2	Použitý šitý materiál	41
3.2	Průpich materiálu strojní šicí jehlou	42
3.2.1	Zařízení potřebné k měření průpichu	44
3.2.2	Stanovení síly průpichu	45
3.3	Vliv opotřebení strojní šicí jehly na velikost síly průpichu	47
3.3.1	Shrnutí výsledků	48
3.4	Vliv šitého materiálu na velikost síly průpichu	51
3.4.1	Shrnutí výsledků	52
3.5	Vliv povrchové úpravy jehly na velikost síly průpichu	56
3.5.1	Shrnutí výsledků	56
3.6	Působení tepla a vlhka na jehlu	57
3.6.1	Zařízení potřebné k simulování povětrnostních podmínek	58
3.6.2	Vliv vlhkosti a tepla na velikost síly průpichu	58
3.7	Hodnocení povrchu strojové šicí jehly	60
3.7.1	Elektronový rastrovací mikroskop	60
3.7.2	Shrnutí výsledků	67
4.	Diskuze výsledků	68
5.	Závěr	72
6.	Seznam použité literatury	74
	Seznam příloh	

Seznam použitých zkratk a symbolů:

BA – bavlna

CVD - Chemical Vapour Deposition - povlakování chemickými procesy

DLC – diamond like carbon – uhlík podobný diamantu (typ povrchové úpravy)

f – součinitel tření

F – síla [N]

φ - úhel [$^{\circ}$]

HV – tvrdost podle Vickerse

K_s – koeficient splývavosti

max – maximální naměřené hodnoty

min – minimální naměřené hodnoty

n – počet měření

N – normálová síla [N]

p – tlak [Pa]

PA – polyamid

PL – polyester

PU – polyuretan

PVD - Physical Vapour Deposition - povlakování ve vakuu fyzikální interakcí

Q – síla průpichu [N]

s – směrodatná odchylka

s^2 – rozptyl

SAN – označení hrotu jehly od firmy Groz-Beckert

T – třecí síla [N]

TiN – nitrid titanu

TiC – karbid titanu

v – variační koeficient [%]

WO – vlna

\bar{x} - průměrná hodnota

1. Úvod

Ve srovnání s minulostí tráví dnes člověk více času v automobilu. Výrobci musí dobře znát potřeby řidičů ohledně vnitřního prostoru jejich automobilů a nabídnout jim optimální řešení. Inovativní vnitřní prostory automobilů (obr.1-1) přispívají k pohodlnějšímu, bezpečnějšímu a příjemnějšímu zážitku z jízdy.

Jedním z klíčových prvků interiéru automobilů jsou bezesporu systémy sezení. Tyto systémy musí splnit optimální kombinaci designu, pohodlí a účelnosti. Rostoucí zájem zákazníků a spotřebitelů vede k neustálé tendenci zvyšování estetického vzhledu, kvality dílenského zpracování a dlouhodobé funkčnosti. Kvalitu výrobků udává nejen vhodně zvolený materiál, ale také správná volba technik a technologií výroby.



Obr. 1-1 Vnitřní prostor automobilu

Velká pozornost je neustále věnována šicímu procesu. Výrobci strojních šicích jehel se snaží vyvíjet a vylepšovat nové konstrukce jehel, jejichž kvalita zvyšuje nejen kvalitu šicího procesu, ale i hotových výrobků.

Zlepšují se také povrchové úpravy strojních šicích jehel. Tyto úpravy zdokonalují pracovní podmínky při průchodu šicí jehly dílem a šicího materiálu ouškem jehly během procesu šití. Úpravy mají též za následek snižovat ohřev strojní šicí jehly během šití. Nejpoužívanější povrchové úpravy v současnosti jsou: chromování, povlakování teflonem, nitridem-titanu a keramikou.

Výzkumem strojních šicích jehel se zabývá i Katedra oděvnictví a Katedra textilních strojů Technické univerzity v Liberci. Byla řešena celá řada diplomových a bakalářských prací, např. od ZEŽULOVÉ [8], která zkoumala vliv usně a kůže na konstrukci strojních šicích jehel nebo od PAULIOVÉ [12], která se zabývala vlivem povrchových úprav strojních šicích jehel na jejich životnost. Studium vlivu konstrukce jehly SAN 10 na snížení poškození pletenin se zabýval SÜSSER [14]. I další práce jako např. od NOVÁKA [15] a MISAŘOVÉ [16] zkoumaly problematiku strojních šicích jehel.

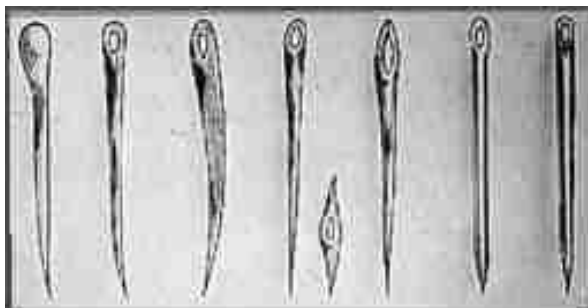
Také tato diplomová práce se zabývá strojovými jehlami, jejím tématem je: *Studie vlivu parametrů šitého materiálu a povrchových úprav strojních šicích jehel na velikost síly průpichu.*

2. Teoretická část

2.1 Historie vývoje strojních šicích jehel

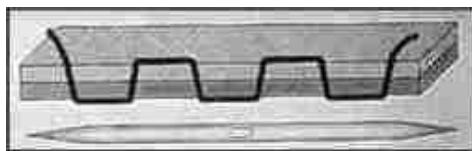
Pravěcí lidé neznali nic jiného než ruční šití. Pro šití svých prvních šatů používali špičaté kosti, trny a jiné pomocné předměty. Do okrajů kožešin a později do tkanin byly udělány jednoduché otvory. Aby jednotlivé díly oblečení držely pohromadě, byly těmito otvory protahovány řemínky, šňůrky apod. Ve všech dobách se lidé snažili vytvářet své oděvy nejen účelně, ale především esteticky, neboť původním významem oblečení byla potřeba ozdobit se.

Významným objevem byla kolem roku 1370 výroba jehly z ocelového drátu (obr. 2-2). Toto zlepšení, někdy také označováno jako triumf techniky, nahradilo obtížně zhotovované jehly s ouškem ze dřeva či kosti.



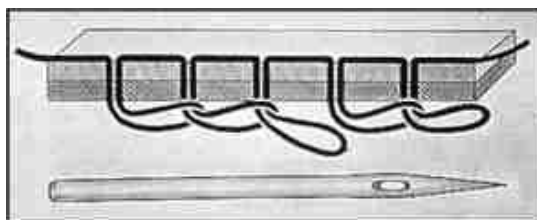
Obr. 2-2 Jehla z ocelového

Nejstarší zachovalý popis šicího stroje pochází z doby kolem poloviny 18.století. S ním bylo údajně možné šít steh podobný stehu stehovacímu Jeho vynálezcem z roku 1755 je označován němec Weisenthal. Stroj měl jehlu s ouškem uprostřed (obr. 2-3) a hroty na obou koncích. Tyto jehly se používají i v dnešní době u šicích strojů napodobujících ruční steh.



Obr. 2-3 Jehla s ouškem

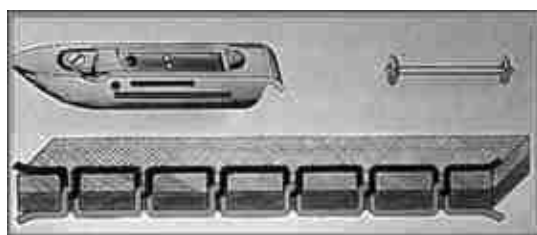
Kolem roku 1800 sestavil němec Baltasar Krems z Mayen v Porýní na tehdejší poměry opravdu dokonalý šicí stroj na řetízkový steh. Nejcennější na tomto stroji byla vynalezená jehla s ouškem ve špičce (obr. 2-4). Tímto vynálezem totiž umožnil šítí bez přerušení dodávky šicí nitě. Tato jehla vytvářela smyčku na rubové straně díla, smyčka byla propletena tak, že vytvořila steh.



Obr. 2-4 Jehla s ouškem ve špičce

Rakušan Maderberger použil kolem roku 1830 u svého stroje dvě tyto jehly a tak poprvé šil steh podobný dvojitému vázanému. Tento stroj šil přibližně 200 stehů za minutu.

Zdokonalování „prvních“ pokusů o vytvoření šicího stroje vedlo až do roku 1845. V tomto roce Američan Elias Howe zkonstruoval a vyrobil první šicí stroj a je dnes všeobecně označován za výrobce skutečného použitelného šicího stroje s dvounitným vázaným stehem a člunkem (obr. 2-5).

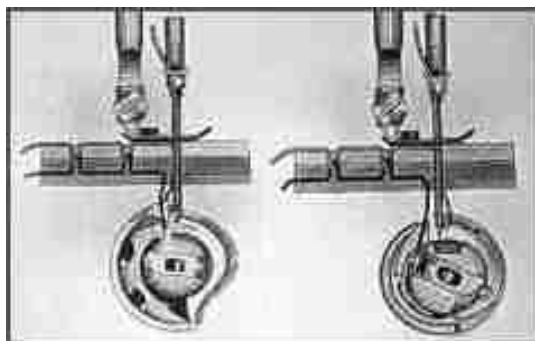


Obr. 2-5 Dvounitný vázaný steh a člunek

Dalším významným předělem ve vývoji šicího stroje byl rok 1852, tehdy A. B. Wilson sestrojil první šicí stroj s rotačním jednootáčkovým brýlovým chapačem. Tento šicí stroj pracoval s obloukovou šicí jehlou s ouškem u hrotu a se zcela nově zkonstruovaným ponorným podavačem materiálu.

V roce 1878 vynalezl Max Gritzner první rotační chapač bez brýlí a v roce 1887 vynalezl Phillip Diehl, Američan německého původu z Wormsu, chapač s oscilačním, t.j. kmitavým pohybem. Tento systém chapače se prosadil a je dodnes přednostně používán. Nejrychlejším a nejtrvanlivějším chapačem se v posledních letech stal rotační

chapač bez brýlí. Na obr. 2-6 je oscilující chapač s centrální cívkou a rotační dvouotáčkový chapač bez brýlí se dvěma otáčkami během vytvoření stehu



Obr. 2-6 Oscilující chapač a rotační dvouotáčkový chapač

Mezi významné výrobce šicích jehel v Československu patřila firma Igla se sídlem ve městě Krásná Lípa, která byla později přesunuta (1947) do Českých Budějovic. Jeho produkce byla zaměřena především na ruční jehly. V letech 1950 a 1953 byly k podniku přičleněny závody v Lužicích a Valašských Kloboukách. Také původní výrobní sortiment ručních šicích a obuvnických jehel a špendlíků se výrazně rozšířil o pletací jehly a platiny do textilních strojů, strojně šicí jehly pro domácnost a průmysl, rybářské háčky, chirurgické jehly a jehlové válečky. Tento státní podnik se v roce 1990 transformoval na akciovou společnost AKRA.

V roce 1992 byla firma zprivatizována přímým prodejem společnosti Groz-Beckert KG z Albstadtu ze SRN, která je známa jako firma s celosvětovou působností a významem v oboru jehlařské výroby. Koncern Groz-Beckert KG vznikl v roce 1852. Groz-Beckert je dnes firma, která je charakteristická vysokou produktivitou, výrobovou specializací, zárukou vysoké kvality, certifikačním systémem podle ISO 9001 pro jehly do průmyslových šicích strojů, pro jehly do pletacích strojů a jednoúčelových nástrojů, pružnou inovací, vysokým podílem exportu, která dosahuje až 90% a důslednou péčí o ekologii.

Výrobou šicích jehel se v současnosti zabývá řada firem. Ať už to jsou firmy vyrábějící jako hlavní produkt šicí stroje, např. firmy Pfaff, Singer, Veronica nebo firmy zabývající se výhradně vývojem jehel. To jsou např. firmy: Schmetz, Groz-Beckert, Organ Needles atd.

2.2 Strojní šicí jehla

Strojní šicí jehla je jednou ze základních částí šicího stroje a je finálním členem pohybového ústrojí jehly. Pohybové ústrojí navazuje na pohyby ostatních funkčních ústrojí (ústrojí podávání šicího materiálu, ústrojí pro zachycení smyčky, posuv šitého materiálu a přítlačné ústrojí) a spolupodílí se na tvorbě stehu.

2.2.1 Funkce šicí jehly

Základní funkce šicí jehly jsou:

- propíchnout šitý materiál
- umožnit vsunutí šicího materiálu do přepíchnutého otvoru (vsunutí je ovlivněno tvarem těla jehly, tloušťkou jehly, špicí, hrotem jehly a povrchovou úpravou)
- pomáhat při tvorbě smyčky (je ovlivněno ouškem jehly, drážkami)
- poskytovat ochranu šicímu materiálu při zpětném protahování přepíchnutým otvorem při tvorbě stehu [6]

Předpokladem správné funkce šicího stroje je bezchybná tvorba stehu. Pro přesnou tvorbu stehu je důležité zvolit jehlu vhodného typu se správným průměrem těla dle šitého materiálu (tloušťky, hustoty). Podle tloušťky jehly se volí číslo šicích nití. Je třeba zvolit nit takového čísla, aby byla v dlouhé drážce dostatečně ukryta a nebránila průchodu šitým materiálem. Můžeme tedy říci, že šitá operace je závislá na správné kombinaci šitého materiálu, šicí jehly (šicího stroje) a šicí nitě.

2.2.2 Výroba strojních šicích jehel

K výrobě strojních šicích jehel se používá tzv. jehlový drát. Jehlové dráty jsou z tažené nadeutektoidní oceli s vyšším obsahem uhlíku cca 0,8% (z nástrojových uhlíkových ocelí nejčastěji třídy ČSN 19 192, ČSN 19 221, ČSN 19 222). Dráty jsou žíhané na měkko se strukturou globulárního perlitu.

Ocelový drát potřebného průměru je navinut na cívkách. Odvíjením z cívky je následně narovnávan a sekán na příslušnou délku vyráběné jehly. Průměr ocelového drátu odpovídá průměru dřívku jehly, tj. nejtlustší části jehly. Vytvoří se přechodový kužel a u odstupňované jehly přechodová část. Po zhotovení jehly se lisuje ouško jehly a vybrání nad ouškem. V další fázi se vytvoří dlouhé a krátké drážky. Nakonec se vybrousí špice a hrot jehly [7].

2.2.3 Části strojové šicí jehly

Základními částmi strojové šicí jehly (obr. 2-7) jsou dřík a tělo.

Dřík jehly – horní, tlustší část jehly, kterou se jehla upíná do jehelní tyče

Přechodový kužel – tímto kuzelem přechází dřík v tělo jehly, zajišťuje stabilitu jehly.

Jehly mohou a nemusí být opatřeny přechodovým kuzelem.

Tělo jehly – válcovitá funkční část jehly většinou s menším průměrem než je průměr dříku. Je přizpůsobeno k propíchnutí šitého díla a vytvoření smyčky jehelní nitě.

Špička jehly – zakončení těla jehly. Vzdálenost od hrotu jehly ke konci vybrání nad ouškem. Na špici je vytvořeno ouško s vybráním a hrot.

Ouško jehly – otvor v jehle umístěný za hrotem jehly. Ouško nese nit při šití.

Hrot jehly – vrchol jehly různých tvarů, propichuje šitý materiál.

Pata dříku – zakončení dříku, při správném upnutí dosedá horní ploška jehly na dosedací plochu jehelní tyče. Dřík zachycuje namáhání jehly při šití. Na jeho válcové části jsou vyryty rozměry nebo označená jehly.

Délka jehly – vzdálenost od paty dříku po horní okraj ouška

Návrhová strana jehly – strana, z níž se jehelní nit navléká do ouška, je opatřena dlouhou drážkou

Chapačová strana jehly – strana jehly přivrácená k chapači nebo smyčkovači. Na této straně, kde je krátká drážka a vybráním, se nad ouškem jehly tvoří smyčka. Vybrání umožňuje hrotu chapače, aby se co nejvíce přiblížil jehle a mohl smyčku spolehlivě zachytit.

Dlouhá drážka jehly – vybrání na těle jehly umístěné na návrhové i na chapačové straně jehly pro přivedení nitě do ouška jehly.

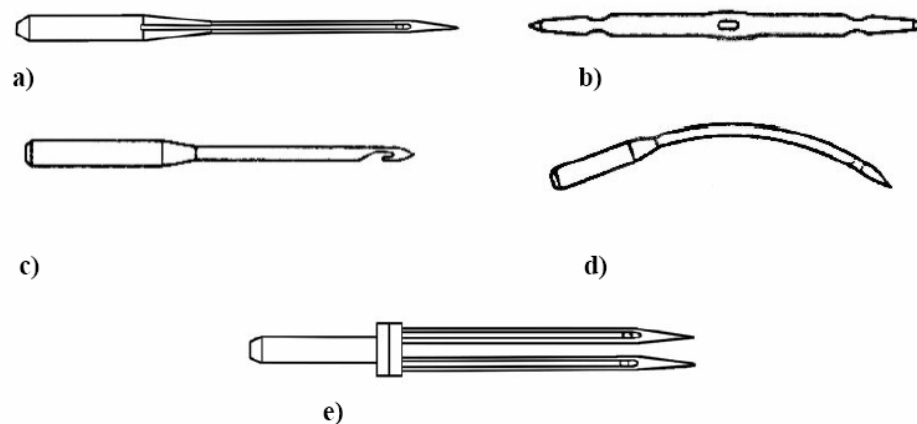
Krátká drážka jehly – vybrání na těle jehly umístěné na chapačové straně jehly. Jsou jehly vyráběné i bez drážky [5].



Obr. 2-7 Strojová šicí jehla

2.2.4 Rozdělení strojových šicích jehel dle konstrukce

Pro určitý druh šitého materiálu (tloušťku, hustotu) je nutné použít jehlu vhodného typu se správným průměrem těla. Různé druhy šicích strojů, co do účelu a použití, si vyžádaly široký sortiment jehel, lišících se někdy více či méně svou konstrukcí (obr. 2-8).



Obr. 2-8 Rozdělení strojových jehel

- a) Rovná jehla s jedním hrotem
- b) Rovná jehla se dvěma hroty
- c) Rovná jehla háčková
- d) Oblouková jehla
- e) Dvojjebla

Rovné jehly

- *s jedním hrotem a ouškem u hrotu* – propichují kolmo šitý materiál z jedné strany na druhou, kde se vytvoří smyčka z jehelní nitě a zachytí ji hrot stehotvorného ústrojí. Tyto jehly se používají u šicích strojů s vázaným a řetízkovým stehem, (obr. 2-8a).
- *se dvěma hroty a ouškem uprostřed* – propichují šitý materiál kolmo jednou z lící strany, následně z rubové strany a protahují jím celou zásobu nitě podobně jako u ručního šití. Smyčku z nitě jehla nevytváří vůbec, (obr. 2-8b).
- *háčkové* – propichují šitý materiál kolmo z jedné strany na druhou, zachycují smyčku, kterou si vytvořilo stehotvorné ústrojí. Háčkové jehly se používají u vyšívacích strojů a na tvorbu řetízkového stehu (obr. 2-8c) [5].

Obloukové strojní šicí jehly

- nepropichují zpravidla celý šitý materiál, ale špice jehly vybíhá z materiálu na té straně, do které vpichuje. Používá se u strojů se skrytým švem (zapošívací a tužící stroje), (obr. 2-8d). Oblouková jehla, jejíž tělo je ohnuto do tvaru kruhového oblouku, má návlekovou i chapačovou stranu. Návleková strana je na vnější straně oblouku jehly, proto je opatřena dlouhou drážkou. Krátká drážka s vybráním je na vnitřní straně oblouku. Funkce drážek je stejná jako u rovné jehly, stejně se označují i jednotlivé části.

Obloukové jehly se také používají u obnitkovacích strojů. Tvaru jehly se využívá pro bezpečné zachycení smyčky smyčkovačem při vysokých rychlostech šití. Použití je u strojů s obnitkovacím a krycím stehem [6].

Dvojječky nebo trojječky

- propichují kolmo šitý materiál z jedné strany na druhou a vytváří dvě nebo více řad stehů. Dvojječky (obr. 2-8e) a trojječky se používají u šicích strojů s ozdobným stehem [5].

2.2.5 Požadavky kladené na strojní šicí jehlu

Aby došlo ke kvalitnímu provázání stehu, jsou na jehlu kladeny tyto požadavky:

- stejnoměrnost napětí stehu
- správná tvorba smyčky
- odolnost vůči tepelným vlivům způsobeným třením jehlou o šicí materiál
- zajištění bezproblémového průchodu šicího materiálu jehlou a šitým materiálem
- maximální pevnost provázání stehu ve všech vazných bodech
- maximální odvod tepla vzniklého třením
- optimální pružnost při šití materiálu s rozdílnou tloušťkou [6]

2.3 Povrchové úpravy jehel

Povrchové úpravy mají za úkol zlepšit vlastnosti strojních šicích jehel. Měly by zejména snižovat hodnotu tření, které vzniká při průchodu šicí jehly materiálem. Povrchové úpravy jsou procesy, jimiž docílujeme zlepšení vlastností a určitého stavu povrchu. Pro zlepšení kvality strojních šicích jehel se používají tyto procesy:

- a) Úpravy povrchu, které nemění chemické složení materiálu. Jsou to především mechanické úpravy – leštění.
- b) Uměle vytvořené povrchové vrstvy, které mají odlišné fyzikální vlastnosti a chemické složení než základní materiál. Mezi tyto úpravy patří elektrolytické pokovování, napařování ve vakuu – CVD a PVD metody.

Dlouhodobé výzkumy výrobců šicích jehel např. firmy Groz-Beckert, Schmetz se zabývají mimo jiné i povrchovými úpravami jehel. Výzkum a vývoj v této oblasti postupuje velmi rychle a neustále se objevují nové koncepce a nové typy povlaků.

2.3.1 Povrchová úprava leštěním

Nejjednodušší povrchovou úpravou jehel je leštění. Provádí se běžným způsobem leštění pomocí leštícího média. Jde o úpravu vzhledu, která neposkytuje jehle ochranu proti korozi. Leštěním jehly se snižuje koeficient tření.

2.3.2 Niklovaný povlak

Pro vytváření niklových povlaků se používá technologie elektrolytického (galvanického) pokovování. Galvanické pokovování kovů je jedním z nejrozšířenějších oborů praktického využití elektrochemických dějů využívající elektrolyzu. Cílem elektrolytického pokovování je vylučování kvalitního kovového povlaku dostatečně tvrdého a přilnavého k základnímu kovu.

Jehla s niklovou povrchovou úpravou nepodléhá tak snadno korozi a zahřívá se až po delší době. Ovšem při teplotách nad 250°C dochází k rozkladu povrchové úpravy

a k černému zabarvené okrajů stehových otvorů. Černé stopy vytváří opotřebovaná vrstva niklu.

V současné době se v průmyslové výrobě jehly s niklovými povlaky již neuplatňují. Jsou nahrazeny jehlami s jinými typy povlaků a to především jehlami s chromovou a TiN úpravou.

2.3.3 Chromový povlak

Chromové povlaky strojních šicích jehel mají významné postavení. Vynikají velkou tvrdostí, odolností vůči opotřebení a atmosférické korozi. Jehla s chromovou úpravou má mimořádně hladký povrch, tím je omezeno ulpívání částeček apretury šitého materiálu na jehle. Tato jehla je vhodná k šití syntetickými nitěmi, neboť zabraňuje natavování částeček na povrch jehly. Jehla se používání při vysokorychlostním šití.

Pro vytváření chromových povlaků se používají metody elektrolytického a chemického pokovování. Experimentálně bylo změřeno, že tloušťka chromové vrstvy u strojních šicích jehel je přibližně 1,85 μm .

I když jsou v současné době tyto jehly překonány jehlami s TiN úpravou, jejich cena je téměř o 30% nižší.

2.3.4 Povlak nitridem-titanu

Principem vytváření nitrid-titanových (TiN) povlaků je vakuové pokovování. Vlastnosti nitridu titanu jsou zcela mimořádné a splňují tyto požadavky:

- velmi vysoká tvrdost
- odolnost proti otěru
- odolnost proti oxidaci až do teplot okolo 500°C
- nízký koeficient tření
- dobrá přilnavost vrstvy k základnímu materiálu

Podstatou tohoto způsobu pokovení je, že ve vzduchoprázdném prostoru, kde je tlak snížen vývěvami na 10^{-2} - 10^{-3} Pa, je zahříván povlakový kov nad teplotu

odpařování. Zahřátím na vysokou teplotu dojde k vypařování kovu do vzduchoprázdného prostoru a ke kondenzaci par kovu na předmětech umístěných uvnitř vakuové komory [18].

V současné době rozlišujeme dvě základní modifikace vakuové depozice:

„PVD“ – Physical Vapour Deposition, tedy povlakování ve vakuu fyzikální interakcí,

„CVD“ – Chemical Vapour Deposition, kdy povlak vzniká chemickými procesy.

Rozdíl mezi metodou PVD a CVD spočívá v tom, že u fyzikálních metod (PVD) je zdroj kovu (např. Ti) přítomen v pevném stavu. U chemických metod (CVD) je přiváděn do reakčního prostoru ve formě par těkavé sloučeniny. Fyzikální metody se uplatňují mnohem častěji. Jsou totiž bezodpadové a nízkoteplotní (do 500°C). To znamená, že neovlivňují výrazně strukturu základního materiálu vznikem tepla. Společným znakem je vysokovakuová aparatura a tlak, při kterém se vytváří nová vrstva [19].

Experimentálně bylo změřeno, že tloušťka TiN vrstvy u strojních šicích jehel je přibližně 0,46 μm.

Jehly s TiN úpravou mají v současné době vysoké uplatnění. Vynikají především vysokou životností, tvrdostí a vysokou pružností špičky, která je velmi odolná proti opotřebení a prasknutí. Při šití ve vysokých otáčkách odolává vibrujícím a kmitajícím silám, které vznikají při vpichu a při vedení šitého materiálu. Tím se zamezuje chybným stehům, zlomení jehly a přetržení šicí nitě. Díky extrémní tvrdosti vydrží více styků s chapačem.

2.3.5 Teflonový povlak

Teflon je obchodní název pro polytetrafluorethylen. Jde o termoplastickou, chemicky a tepelně odolnou hmotu. Používá se k vytváření ochranných povlaků.

Jehly se zahřívají více než jehly chromové. Příčinou vyšší teploty je nízká tepelná vodivost nekovového povlaku, která má za následek špatný rozvod tepla přes povrch jehly. Dochází tak k tomu, že teplo je odváděno na šitý a šicí materiál.

Jehly s tímto povlakem se používají především na šití syntetických materiálů. I přes vysokou teplotu povrchu jehly se na jehlách potažených vrstvou teflonu neusazují zbytky taveniny. Tato odolnost je prakticky jedinou výhodou jehel s nekovovým povrchem [12].

2.3.6 Keramický povlak

Jehly s touto povrchovou úpravou jsou v dnešní době teprve ve vývoji a zkoušení. Složení „keramického povlaku“ je tajemstvím všech výrobců, avšak z dostupné literatury je zřejmé, že podstatou keramických povlaků jsou keramické báze karbidu titanu (TiC). Experimentálně bylo změřeno, že tloušťka keramické vrstvy u strojních šicích jehel je přibližně 1,2 μm .

V průmyslové výrobě se tyto jehly používají především v aplikaci strojního vyšívání. Na našem trhu se jehly vyskytují od roku 2003 a byly testovány na vyšívacích strojích firmy Tajima. Jehly mají minimalizovat přetrhovost horní nitě a přispívat k tvorbě kvalitní výšivky.

2.3.7 Diamantový povlak

Diamantový povlak představuje poměrně novou technologii. Tento typ povlaků je teprve ve fázi výzkumných prací. Povlaky se nanášejí napařováním fyzikálním nebo chemickým způsobem.

Tvrdotost ve spojení s nízkým třením přispívá k potlačení vzniku oděru a jiných projevů opotřebení. Tím se oba tyto faktory podílejí na podstatném prodloužení životnosti jehel. Oběma potřebnými vlastnostmi disponuje diamant, nejtvrdší známý materiál. Řešení představuje nanesení tvrdého tenkého povlaku na jehlu. Takový povlak se nazývá „uhlík podobný diamantu“ (diamond like carbon) neboli DLC [20].

Povlak DLC propůjčuje jehle jedinečné vlastnosti, jako jsou: odolnost, pevnost, a výjimečně nízký součinitel tření. Typické hodnoty tvrdosti povlaku DLC se pohybují od 10 000 HV a výše [17].

2.4 Strojní šicí jehly používané při výrobě autosedaček

Při zpracování technických textilií se často používají extrémně tvrdé materiály, dochází také k různým kombinacím materiálů. Žádnou vzácností nejsou ani sešívání spoje tvrdých materiálů s tkaninami, často lepené nebo podlepované (kaširované) pěnovými materiály. Odpor při vpichu je pak velmi vysoký. Tato situace vede často k vychýlení jehly.

Přání mít čisté a pevné stehy klade značné požadavky na výrobce a vývoj šicích jehel. Jsou vyvíjeny jehly, které by měly zamezovat známým problémům při aplikaci, jako jsou:

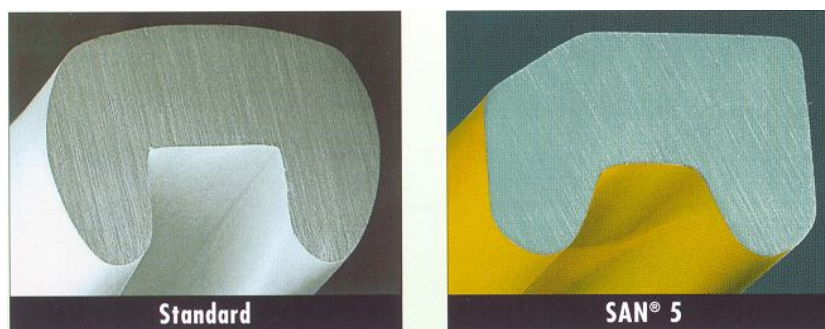
- ✚ vychýlení jehly
 - chybné (vynechané) stehy
 - poškození špičky
 - poškození materiálu
 - rozplétání a přetržení nití
 - zlomení jehly
- ✚ zalepování vpichu
- ✚ nečistý vzhled švu

2.4.1 Jehla SAN 5 Gebedur

Geometrie stvolu jehly SAN 5 byla vyvinuta tak, aby zabráňovala výše uvedeným problémům. Jehla je charakteristická vysokou stabilitou s přihlédnutím k práci při vpichu. Vlivem povrstvení nitridem titanu má vysokou ochranu proti opotřebení a poškození. Využívá se při výrobě sedadel do automobilů.

- ***Průřez vnitřního vybrání***

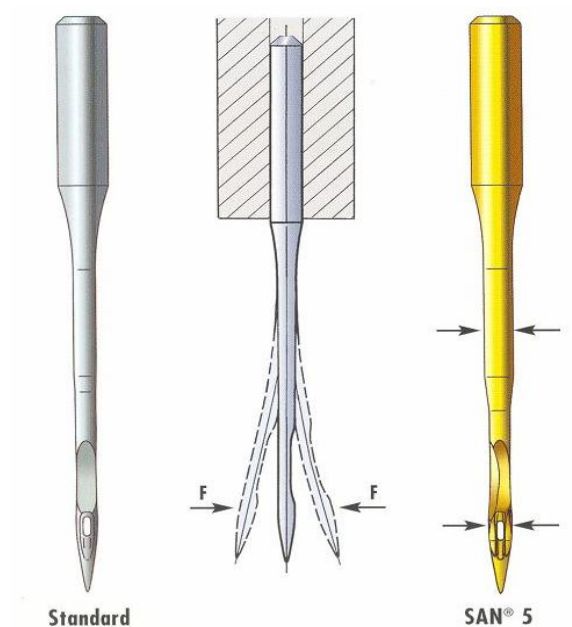
Porovnání průřezu vnitřního vybrání obr. 2-9 ukazuje, že jehla SAN 5 je výrazně stabilnější než standardní jehla. Náběhová fáze na vnitřním vybrání chrání jehlu před poškozením chapačem.



Obr. 2-9 Průřez vnitřního vybrání jehly

- *Odpor proti vychýlení*

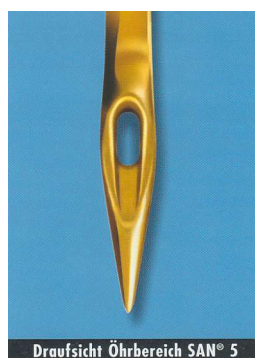
Díky zvláštnímu zesílení celé pracovní délky má jehla SAN 5 značně vyšší odpor proti vychýlení než standardní jehla, viz obr. 2-10. V rozsahu tloušťky Nm 120-140 je odpor jehly proti vychýlení o 25% vyšší než u jehly standardní.



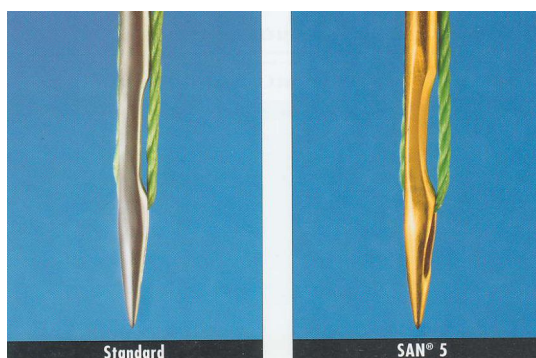
Obr. 2-10 Srovnání vychýlení standardní a jehly SAN 5

- ***Vylepšení vedení smyčky***

Jehla SAN 5 má zvláštní tvar ouška (obr. 2-12) hluboké vybrání nad ouškem jehly (obr. 2-11). Tyto znaky zaručují i za extrémně špatného vytváření smyčky relativně velký prostor mezi nití a jehlou. To vede k přesnému uchopení smyčky. Výsledkem je méně chybných stehů a méně časté přetržení nití.



Obr. 12 Tvar ouška jehly



Obr. 11 Vybrání nad ouškem jehly

- ***Otvor vpichu***

Některé syntetické materiály mají sklony nalepovat se na povrch jehly. Nalepené zbytky jsou jehlou vytaženy z otvoru vpichu. Objevují se na povrchu stehů a výsledkem je nepříliš dekorativní vzhled (obr. 2-13). Výskyt tohoto jevu snižuje zvlášť přizpůsobená geometrie stvolu jehly SAN 5. Zlepšuje se tak kvalita stehu, protože vznikají čisté otvory vpichu do materiálu.



Obr. 2-13 Otvor vpichu

Jehla SAN 5 Gebedur vytváří viditelně rovnoměrnější vzhled švu ve všech směrech. Zvláště při zpracování technických textilií a při výrobě sedadel do automobilů.

2.4.2 Jehla SAN 6 Gebedur

Jehla SAN 6 se vyznačuje vysokou produktivitou za současného šetrného zacházení se zpracovávaným materiálem. Je potažená povlakem nitridem titanu. Podmětem k tomu byly následující problémy při výrobě:

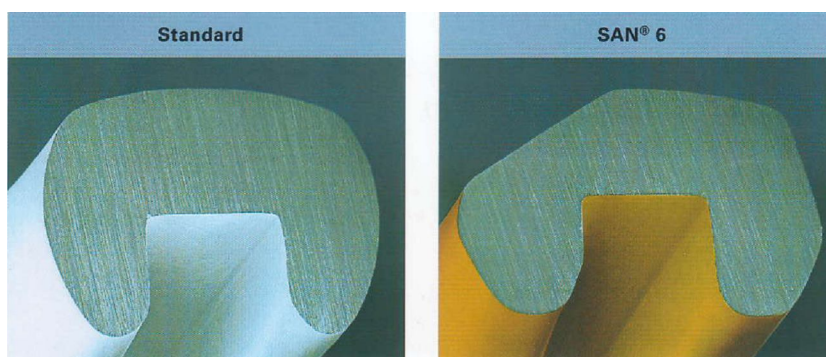
- ✚ *chybné (chybějící) stehy* – vyskytující se především při prošívání příčných švů a míst o velké tloušťce
- ✚ *zlomení jehly* – častou příčinou jsou značné síly vpichu a silné vychýlení jehly
- ✚ *poškození hrotu* – příčinou je zpravidla kontakt s tvrzeným chapačem
- ✚ *přetržení nitě* – bývá způsobeno chybným vytvářením smyčky a nedostatečným prostorem chapače k uchopení smyčky

- **Stabilita jehly**

Chybné stehy a lámání jehel vznikají především vlivem vychýlení jehly při prošívání příčných švů. Vysoká rychlost šití a tvrdý zpracovávaný materiál způsobuje, že jehla sklouzne po zesílených místech příčných švů. Čím je jehla slabší, tím je takto způsobené vychýlení větší. Aby se tomuto jevu zabránilo, kladou se zvýšené požadavky na stabilitu jehly.

Jehla SAN 6 má zvláštní tvar průřezu vnitřního vybrání. Boční náběhová fáze pro chapač u vnitřního vybrání chrání hrot chapače proti poškození (obr. 2-14).

Kónický stvol a tvar vnitřního vybrání propůjčuje jehle o 20-40% vyšší odpor proti vychýlení v porovnání se standardní jehlou. Snižuje se tak pravděpodobnost zlomení jehly, vytvoření chybného stehu a přetržení nitě. Chrání se zároveň i chapač.



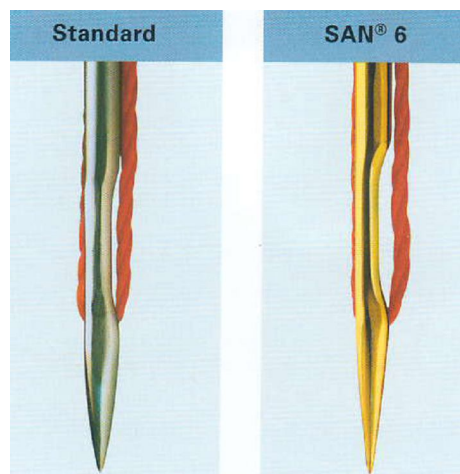
Obr. 2-14 Průřez vnitřního vybrání

- ***Vylepšení vedení smyčky a průběh síly během vpichu***

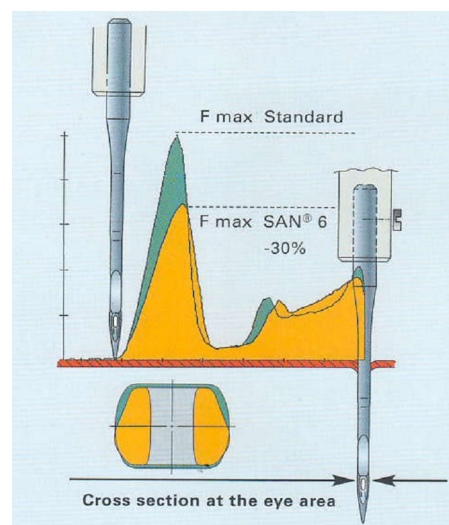
Vedení nitě v úseku ouška a vnitřního vybrání (obr. 2-15) způsobuje podstatné zlepšení ochrany nitě a uchopení smyčky chapačem. Do značné míry se tak odstraní lámání jehel a chybné stehy.

Důsledná práce ve vývoji vedla k uvedenému určení tvaru stvolu a ke zlepšení jehly. Zmenšení průřezu jehly v oblasti ouška bylo dalším opatřením, aby se usnadnilo pronikání jehly do zpracovávaného materiálu.

Střední síla vpichu (F_{max}) se pohybuje v závislosti na systému jehly až o 30% pod hodnotou standardní jehly, viz obr. 2-16. To znamená, že jehla se méně zatěžuje a méně zahřívá. Chod stroje je klidnější a funkce bezpečnější. Zacházení se zpracovávaným materiálem je šetrné.



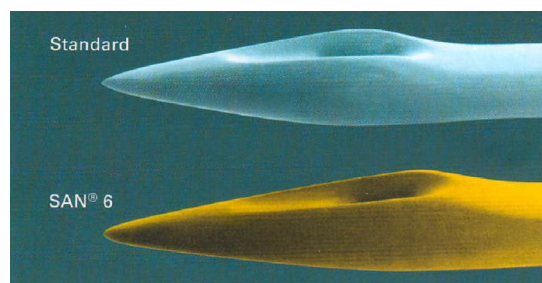
Obr. 2-15 Vedení nitě v oušku jehly



Obr. 2-16 Průběh síly během vpichu

- ***Optimalizovaný tvar špičky jehly***

Zvlášť štíhlý tvar špičky (obr. 2-17) a malá kulička na konci hrotu zaručují mimořádnou šetrnost k materiálu při zpracovávání. Speciální tvar kulovitého hrotu RG a extrémně tvrdý povrch z vrstvy nitridu titanu chrání proti poškození. Práce jehly se při vpichu zmenšuje, doba trvanlivosti hrotu se prodlužuje.



Obr. 2-17 Tvar špičky jehly

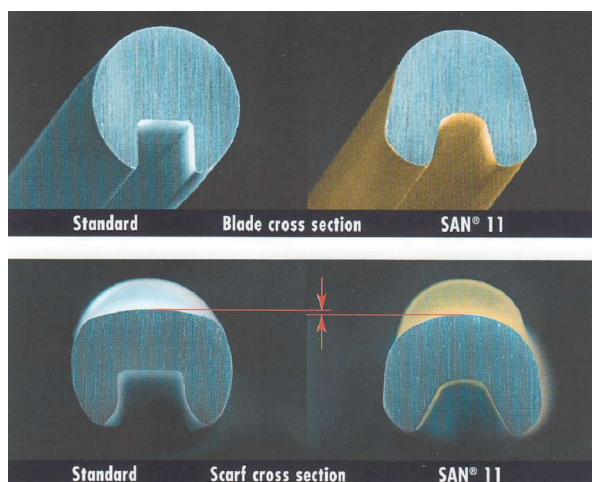
2.4.3 Jehla SAN 11 Gebedur

Jehla SAN 11 byla vyvinuta pro automatické procesy šití s funkcí šití ve více směrech. Je potažená nitridem titanu. Používá se v oděvním průmyslu, v obuvnickém průmyslu a při zpracování technických textilií. Pro tyto oblasti použití platí následující podmínky:

- ✚ vysoká produktivita s maximální bezpečností procesu
- ✚ čisté a bezchybné švy s možností maximálního zatížení

- **Stabilita jehly**

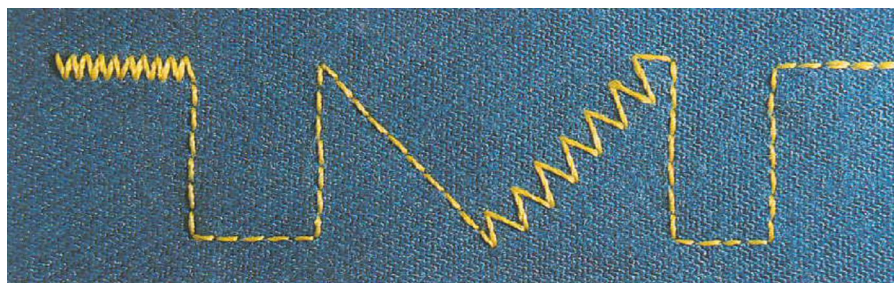
Vlivem své zvláštní geometrie stvolu a vnitřního vybrání (viz obr. 2-18) má jehla extrémní odpor vůči ohýbání (odpor proti vychýlení). Tento odpor jí propůjčuje nejvyšší možnou stabilitu v celém pracovním rozsahu. Vnitřní vybrání umožňuje maximální těsné nastavení chapače k jehle.



Obr. 2-18 Vnitřní vybrání jehly

- **Šití ve více směrech**

Automatické šicí stroje jsou schopny zhotovovat švy při velkých rychlostech šití a při stálých změnách směru posuvu materiálu. Takové zhotovování švů se nazývá multidirekcionální šití – šití ve více směrech, viz. obr. 2-19.

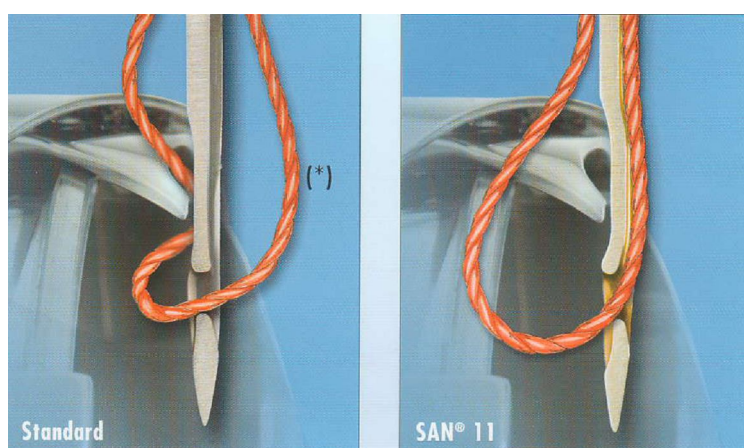


Obr. 2-19 Šití ve více směrech

Zatížení nití, vytváření smyčky

Při změně směru šití se nit přetahuje přes jehlu do různých směrů. Jehla klouže při pohybu dolů po napnuté niti. Toto může vést k přetočení skani niti a tím k nestabilnímu vytváření smyčky.

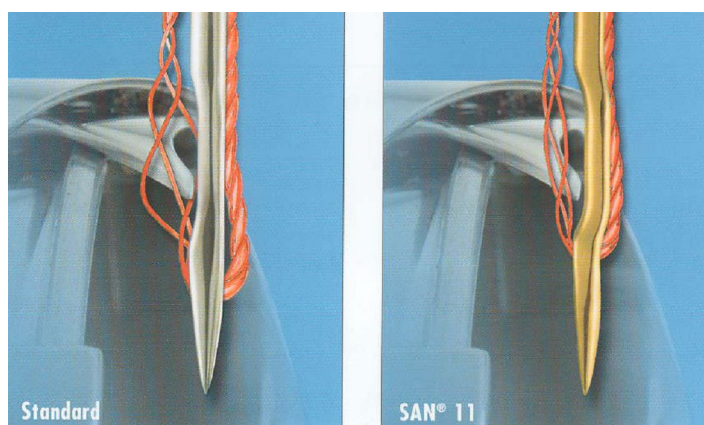
Speciálně asymetricky vytvarovaný úsek v oušku jehly SAN 11, kde klouže nit, zaručuje i za nepříznivých podmínek stabilní vytváření smyčky (obr. 2-20). Tím se zabráňuje tvorbě negativní smyčky (*) i přetočení niti.



Obr. 2-20 Vytváření smyčky

- ***Uchopení nití***

Problematické operace při šití mohou při tvorbě smyčky vést až k rozpletení nití. Hrot chapače může uchopit jednotlivé prameny příze nebo vlákna a přetrhnout je. Zvláštní vedení nití u jehly SAN 11 snižuje rozplétání nití, viz. obr. 2-21. Extrémně vytvarované vnitřní vybrání jehly umožňuje nanejvýš hluboké nastavení chapače a vede ke značné jistotě při uchopení smyčky.



Obr. 2-21 Vedení nití

2.4.4 Jehly pro zpracování kůže

Zpracování kůže je jedno z nejstarších ručních umění. Dříve spočívala úloha spojování v tom, aby se permanentně spojily dohromady kousky kůže. Vzhled švu přitom nebyl důležitý. V dnešní době se tyto priority výrazně změnily.

Vedle dobré životnosti, ze které se dnes vychází, rozhoduje v mnoha případech o určitém vzhledu švu móda. Dobré sešití má mít také zkrášlující efekt. K tomu lze dojít jedinečně s odpovídající šicí nití a použitím speciální jehly s řeznou špičkou, která těmto požadavkům vyhovuje.

To klade na jehlu nejvyšší požadavky. Při konstrukčním a technickém vývoji stojí proto v popředí tato kritéria:

- malá lámavost jehel
- málo vynechaných stehů
- málo přetržených nití
- kvalita řezu – ostrost a poloha
- vysoká životnost

Poznatky z této vývojové úlohy jsou dnes realizovány u vyrobených jehel s řznými špičkami.

Výběr správné špičky jehly se provádí:

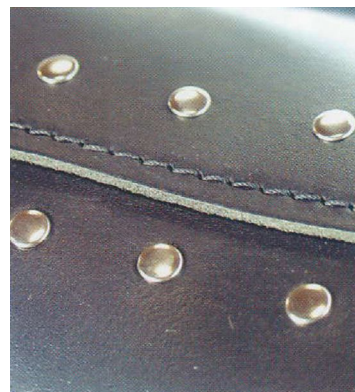
- Podle druhu a vlastností kůže (obr. 2-22)
 - Měkká kůže (např. kůže pro šití oděvů)- *špička R,SD,LL*
 - Kůže se střední tvrdostí-*všechny řezné špičky dle vzhledu*
 - Tvrdá a silná kůže-*špičky LR,VR,D,DH,DI*



a)



b)

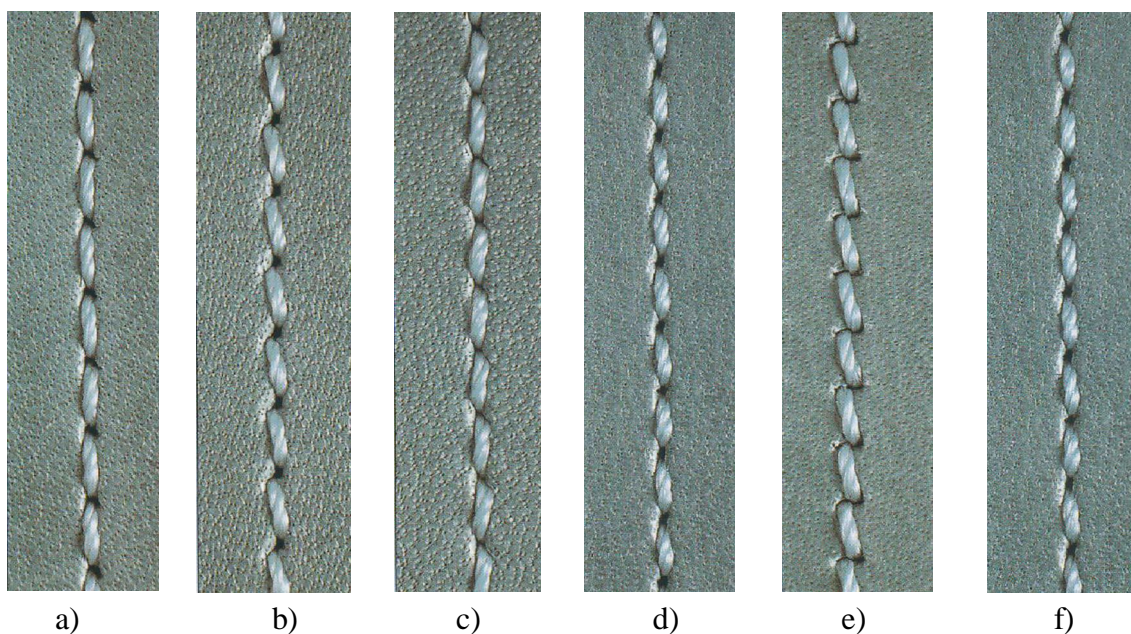


c)

Obr. 2-22 Rozdělení dle druhu a vlastností kůže:

- a) Měkká kůže
- b) Kůže se střední tvrdostí
- c) Tvrdá a silná kůže

- Podle požadavků na vzhled švu (obr. 2-23)
 - Rovná poloha nitě
 - Skloněná poloha nitě
 - Vyplněné otvory vpichu
 - Zvýrazněné otvory vpichu
 - Přiléhající nitě
 - Hluboce utažené nitě



Obr. 2-23 Rozdělení dle požadavků na vzhled švu:

- a) Rovná poloha nitě
- b) Skloněná poloha nitě
- c) Vyplněné otvory vpichu
- d) Zvýrazněné otvory vpichu
- e) Přiléhající nitě
- f) Hluboce utažené nitě

Příklady špiček jehel pro požadovaný vzhled

- ***LR špička*** – ke zhotovení ozdobného stehu v měkké až středně tvrdé kůži. Je vhodná pro téměř všechny běžné druhy kůže.
- ***LL špička*** – ke zhotovení rovných stehů s průběžným uzavřeným efektivním vzhledem. Je vhodná pro téměř pro všechny druhy kůže.
- ***SD špička*** – pro rovnou polohu stehu. Vhodná pro měkkou kůži.
- ***R špička*** – standardní kulatá, pro měkkou kůži, použití v mnoha oblastech.

2.5 Charakteristika švu

Šev je místo spojení dvou nebo několika materiálů. Liší se specifickým přeložením spojovaného materiálu. Může vzniknout také přehnutím a prošitím jednoho materiálu. Švy mohou být zhotoveny buď v jedné nebo ve více operacích.

Nejpoužívanější švy jsou švy šité nebo se mohou použít nekonvenční způsoby spojování – lepení, svařování a nýtování, což jsou spoje nerozebíratelné.

2.5.1 Funkce švu

Každý šev může plnit u daného výrobku tyto funkce:

- spojovat dva nebo více dílů materiálu
- vytvořit z plošného útvaru prostorový
- působit jako zdobící prvek

Dle hlavního úkolu švu je vždy jedna funkce na výrobku dominantní. Volí se buď estetický nebo funkční požadavek. Z funkčních vlastností švu to jsou zejména: pevnost švů a posun nití ve švu, odolnost švu proti opotřebení a odolnost proti vytržení.

Pevnost švů a posun nití ve švu

Na oděvu dochází k namáhání šitého spoje ve třech směrech: v podélném, příčném a obecném směru. Každý případ však má na švu a jeho bezprostředním okolí jiné následky.

Při namáhání *podél směru* švu dochází k porušení jednotlivých vazných bodů. Sešitá textilie vykazuje vyšší strmost, což je způsobeno zpevněním oděvu švem.

U takového namáhání může dojít k porušení stehové řady. Stane se tak v případě, že řádek stehů je méně tažný než šitý materiál. Níť se přetrhne při podélném tahu dříve než materiál. Pevnost ve směru podélném hraje roli zejména při šití tažných materiálů, jako jsou strečové materiály a pleteniny.

Pevnost švu je ovlivněna tažností šicí nitě a druhem stehu. Syntetické nitě mají obecně vyšší tažnost než nitě z přírodních vláken. Jednonitné a dvounitné řetízkové stehy jsou výrazně tažnější než stehy vázané.

Při namáhání *v příčném směru* dochází k poklesu pevnosti, neboť jsou poškozeny nitě v celé šířce textilie. Při tomto namáhání může dojít k posunu nití ve švu, proto se doporučuje, aby účinnost byla kolem 80%.

Namáhání v příčném směru je závislé na typu švu, délce stehu a pevnosti šicí nitě. Obecně platí, že přeplátované švy, až na výjimky, mají pevnost o 75% až 100% vyšší než jednoduchý hřbetový šev. Hřbetovým švům se věnuje větší pozornost než třeba dotykovým a lemovacím švům.

Pevnost jednoduchého hřbetového švu ovlivňuje:

- pevnost šicí nitě
- koeficient opotřebení nitě při šití
- koeficient pevnosti nitě ve smyčce
- délka stehu
- délka švu [1]

Odolnost švu proti opotřebení

Ve švu se opotřebovává jak šitý, tak šicí materiál. Pokud je oděr materiálu ve švu větší než v okolních místech, je to zpravidla způsobeno volbou nevhodného švu (např. tlustého). Dojde k tomu, pokud šicí materiál příliš vystupuje nad povrch šitého materiálu. K opotřebení švu může též dojít působením potu, povětrnostních vlivů (fotodegradací), údržbou oděvů (chemické čištění, praní atd.).

Odolnost švu proti vytržení

Tato odolnost je daná soudržností vazných bodů ve tkanině a typem vazby. Zkoumá se hlavně u nepodšitých oděvů, kde se okraje švů obnitkují nebo jiným způsobem zpevní.

2.5.2 Rozdělení švů

Pro rozdílné technologie se využívají rozdílné druhy švů. Jejich konstrukce vzniká s ohledem na vlastnosti a namáhání, které musí šev splňovat u daného výrobku. Švy rozdělujeme dle normy ISO 4916 do 8 tříd, které se od sebe odlišují položením spojovaného materiálu:

Třída 1.00.00 – hřbetové švy

Třída 2.00.00 – přeplátované švy

Třída 3.00.00 – lemovací švy

Třída 4.00.00 – dotykové švy

Třída 5.00.00 – ozdobné švy

Třída 6.00.00 – obrubovací švy

Třída 7.00.00 – začíšťovací švy

Třída 8.00.00 – zajišťovací švy

2.6 Estetické vlastnosti švů

Z hlediska estetiky je šev zdobící a módní prvek a plní představy vzhledu a čistoty provedení. *Estetické vlastnosti švů* se podílí na celkových estetických vlastnostech výrobku a mohou být hodnoceny vizuálně nebo pomocí měřitelných parametrů. Estetické vlastnosti jsou velmi špatně kvalifikovatelné. Negativně ovlivňují vzhled švu: vrásnění a volnost švu v důsledku špatného napětí nitě, nerovnoměrnost stehů a přetrhy nití.

2.6.1 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při TPV

Konečný estetický dojem švu se vytváří již při technické přípravě výroby. Už při navrhování výrobku, dochází k prvním představám o umístění a použití konkrétních švů. Uvažuje se nad tím, pro jakou věkovou kategorii bude daný výrobek zhotoven a k jakému účelu bude sloužit.

U sportovních oděvů bude důraz kladen na funkční vlastnosti švu, jako jsou pevnost, tažnost a pružnost. U oděvů společenských budou upřednostněny estetické vlastnosti švů. Záleží na umístění švu na výrobku, na návrhu druhu a tvaru švu - může tak snížit či zvýšit celkový estetický vzhled oděvu. [1,2]

2.6.2 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při zpracování

Faktory, které ovlivňují vlastnosti švů při zpracování se mohou vzájemně ovlivňovat nebo může působit několik faktorů dohromady. Z průzkumů se ukazuje, že následující parametry švů mají charakter náhodně proměnných veličin:

- Šicí materiál
- Šitý materiál
- Šicí stroj
- Obsluha šicího stroje

Šicí materiál

Šicí nit ovlivňuje kvalitu šitého spoje, patří do skupiny drobné přípravy. Aby hotový výrobek splňoval požadovanou úroveň kvality, je nutné sladit šicí materiál s šitým materiálem. Jedním z významných faktorů ovlivňujících vzhled švů je správná volba šicí nitě v souladu s šitým materiálem a šicím strojem. Důležitou roli zde hraje materiálové složení šicí nitě (přírodní nebo syntetická nit).

Chování švu je též dáno *geometrickými a mechanickými vlastnostmi šicích nití*.

Geometrické vlastnosti šicích nití ovlivňující vzhled jsou:

- průměr
- jemnost
- zákrut
- srážlivost
- smyčkovitost
- nestejnoměrnost

Mechanické vlastnosti šicích nití jsou:

- pevnost v tahu a tažnost
- pevnost v rázu
- pružnost
- tuhost v ohybu
- oděr

Šitý materiál

Kvalitu švu ovlivňují vlastnosti a charakter šitého materiálu. Aby docházelo ke kvalitnímu spojovacímu procesu, je nutná dokonalá znalost textilního materiálu. Značné rozdíly jsou mezi pleteninou a tkaninou.

Před zahájením procesu výroby je nutné znát vlastnosti, které šitý materiál blíže charakterizují:

- materiálové složení
- vazba a dostava
- pevnost
- tažnost

- tloušťka a stlačitelnost
- odolnost vůči teplotám-daná materiálovým složením
- povrchové úpravy

Šicí stroj

Volba šicího stroje se provádí na základě povahy práce, charakteru vykonávané operace, druhu stehu, stupni automatizace atd. U šicího stroje musí být zajištěno dokonalé sladění všech prvků, aby chod stroje byl plynulý, a byla tak zabezpečena bezporuchovost stroje a kvalita švu. Velký důraz se klade na správnou volbu strojní šicí jehly, respektive na její geometrii, špici, tvar hrotu, jemnost a povrchovou úpravu (povlak chrómu, nitrid-titanu, keramiky atd. Správný výběr šicí jehly má zajistit:

- správnou tvorbu smyčky
- maximální pevnost provázání stehu
- stejnoměrné napětí stehu
- optimální pružnost při zpracování šitých materiálů s různou tloušťkou
- hladký průchod šicího materiálu jehlou a dílem
- odolnost proti tepelným vlivům způsobeným třením o šicí a šitý materiál
- maximální odvod tepla vzniklého třením

Estetické vlastnosti švů jsou též dány správným nastavením délky stehu, hustoty stehu, přítlaku patky a synchronizací všech stehotvorných a přídavných ústrojí šicího stroje.

V průběhu šití se materiál může poškodit mechanicky nebo tepelně.

Mechanické poškození je poškození průpichem strojní šicí jehlou – její nevhodnou volbou. Může tak v materiálu vzniknout větší otvor, než je zanesená šicí nit schopna vyplnit. U pletenin může dojít k porušení makrostruktury, ve smyslu geometrické změny. Musí se proto volit typ jehly, který zanechá jen takový otvor, po kterém se jednotlivé příze téměř vrátí do původního stavu.

Tepelné poškození je znehodnocení materiálu natavením. K tavení dojde tím, že při průpichu strojové šicí jehly nastává tření mezi jehlou, šitým a šicím materiálem. Bod tavení u syntetických materiálů je 200-260°C. Teplota jehly je při rychlosti 3000 ot/min asi 250°C a při rychlosti 6000 ot/min dokonce až 400°C. Důsledkem toho vzniknou po průpichu jehly trvalé stopy, jejichž okraje zůstávají spečené. V místě prošíití je tak

materiál značně oslabený. Zatahováním okrajů se snižuje nejen pevnost, ale také tažnost a pružnost materiálu.

Estetická hodnota švu tímto poškozením klesá, protože natavení neumožňuje okolním navrátit se do původní pozice, což můžeme konstatovat jako estetickou vadu. Tato vada má za následek trvalé zvrásnění švu.

Obsluha šicího stroje

Dle předchozích průzkumů lze konstatovat, že šička představuje nejslabší článek výrobního řetězce. Kvalita provedení švu závisí na její kvalifikaci, zručnosti a zkušenostech. Lidský faktor není neomylný, proto je v praxi snaha snižovat podíl manuální práce. V oděvní výrobě se však stále nachází mnoho operací, které se bez zásahu člověka nedají vykonávat.

2.6.3 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při používání

Švy oděvního výrobku jsou v průběhu nošení namáhány mechanicky, chemicky a termicky. Používáním se mohou ovlivnit původní vlastnosti švu. Můžou zde působit fyzikální síly, které změni mechanické vlastnosti švů. Dojde tak ke změnám v pevnosti švu, pružnosti švu, k posunu nití ve švu a k vrásnění švů. Důsledkem může být také změna v barvě, oděru švu a proznačení.

Všechny změny, které vznikají během nošení, negativně ovlivňují funkční a estetické vlastnosti švů. Díky tomu výrobek ztrácí na kvalitě a přestává plnit funkce, které spotřebitelé požadují. Aby se zabránilo těmto nežádoucím vlivům, provádějí se na hotových výrobcích zkušební metody [1,3].

2.6.4 Parametry ovlivňující estetické vlastnosti švů při údržbě

V průběhu životnosti výrobku dochází k jeho mechanickému (praní) a chemickému čištění. Výrobek je udržován dle druhu materiálu a míry znečištění. Pomáhají k tomu symboly údržby, podle kterých se může spotřebitel snadno orientovat.

Při praní může být šev působením sil a tlaků mechanicky poškozen. Protože při praní výrazně působí i teplota, je nutné dodržovat stanovené postupy. Nedodržení doporučených teplot, může mít za následek nevratné změny v geometrii výrobku.

Výrobek je též vystaven působením různých chemikálií, které obsahují prací prostředky. Při kontaktu výrobku s chemikálií může dojít k nežádoucí reakci, která může výrobek výrazně poškodit. Důsledkem této reakce může být např.: narušení stehové řady, snížení pevnosti švu, změna pružnosti, změna vybarvení atd.

Oděvy jsou vystavovány zkouškám simulujícím údržbu. Při těchto zkouškách se zjišťuje odolnost švů při údržbě. Údržba výrobku nesmí pozměnit původní vlastnosti nejen švu, ale i celého výrobku.

2.7 Hodnocení změn estetických vlastností švů po údržbě

Švy během výroby, používání a údržby podléhají určitým změnám, které ovlivňují jejich estetické vlastnosti. Zároveň se tak mění celková estetická hodnota oděvního výrobku. To může mít za následek snížení jakosti a užitné hodnoty oděvu.

Součástí výroby je technická příprava výroby, která je velmi důležitá při výrobě konkrétního výrobku. Již zde se rozhoduje, který steh či šev bude na daném výrobku použit. V této chvíli je žádoucí zabývat se estetickými změnami vlastností švů po zpracování.

Švy se mohou porušit hned po prvním užití oděvního výrobku nebo k poškození může dojít až po delší době (skryté poškození). Skryté poškození může vzniknout již při výrobním procesu a vede k němu špatné seřízení šicího stroje, nesprávná volba šicí jehly a šicí nitě a neposlední řadě nevhodná volba šitého materiálu vzhledem k použitému švu.

Tyto změny vlastností švů můžeme hodnotit dvěma způsoby:

- vizuálně
- pomocí měřících přístrojů nebo měřitelných parametrů

2.7.1 Estetické vlastnosti švů hodnocené vizuálně

- vrásnění švů
- změna barevnosti šitého a šicího materiálu
- oděr švu
- proznačení švu
- porušení stehové řady
- posuv nití ve švu

Vrásnění švů

Vrásnění švů můžeme definovat jako menší či větší deformace ušitého švu, která se projevuje zvlněním jedné nebo více vrstev šitého materiálu následkem šití, praní, žehlení a chemického očištění.

Vrásnění patří mezi vlastnosti, které negativně ovlivňují estetický vzhled celého výrobku. Problematika vrásnění se objevuje hlavně u materiálů s nízkou plošnou hmotností, hladkým povrchem, hustou dostavou a u tkanin obsahujících nekonečná syntetická vlákna.

Charakteristické pro vrásnění je zkrácení či prodloužení jedné nebo obou šitých vrstev. Velikost případného zkrácení jedné nebo obou šitých vrstev nemá přímou souvislost s velikostí vrásnění, protože při konfekčním zpracování se setkáváme i s případy úmyslného navolňování (navolňování rukávové hlavice). Odžehlením navolněné vrstvy se dosáhne požadovaného prostorového vytvarování.

Změna barevnosti šitého a šicího materiálu

Barevnost švu můžeme definovat jako barevný soulad šitého materiálu se šicí nití. V případě, že chceme šev zvýraznit, zvolíme kontrastní barvy. Světlou barvu příze na tmavý materiál a naopak. Tento efekt se hodně využívá u sportovních a džínových oděvů. Volba barev se odvíjí od módních trendů.

V případě, že nechceme šev zvýraznit, je žádoucí zvolit barvu nitě v barvě šitého materiálu.

Ke změně barvy dochází při údržbě oděvu působením chemických látek a teploty. Ke změně může dojít již při průchodu šicího materiálu vodiči a dále důsledkem finálních úprav výrobku.

Oděr švu

Během nošení a údržby v čistícím zařízení je oděv vystavován vzájemnému tření materiálů, či tření materiálu s čistícím mechanismem. Dochází tak k narušování šicího a šitého materiálu především tam, kde šev vystupuje plasticky z oděvu. Míra oděru je ovlivněna typem materiálu zvoleného švu, použitou šicí nití, umístěním na oděvu a tím, jak často k oděru dochází. Bylo zjištěno, že nejvhodnější je použít takový šev, který nemá z vnější strany vedenou stehovou řadu. Oděr se dá tedy úspěšně eliminovat vhodným výběrem šicí nitě, která je nejslabším článkem šitého spoje [4].

Proznačení švu

Vzniká špatnými tepelnými procesy při údržbě. Jejich následkem dochází k proznačení švu nebo celé švové záložky na lící stranu textilie. Ve většině případů je toto proznačení trvalého charakteru a nelze ho již odstranit.

Porušení stehové řady

Vzniká působením mechanických sil při nošení a údržbě oděvu. Souvisí s pružností šitého a šicího materiálu. Pružnost je schopnost materiálu navrátit se do původního stavu po odstranění zatížení, které deformaci způsobilo. Porušení stehové řady je ovlivněno pružností plošné textilie, způsobem prošití a geometrií stehu. Obecně lze říci, že řetízkové stehy jsou pružnější než stehy vázané.

Dále k porušení stehové řady může dojít v případě, že se uvolní špatně zapořité konce švů.

Posuv nití ve švu

Při namáhání napříč stehové řady dochází k poklesu pevnosti, neboť jsou poškozené nitě v celé šířce textilie. Namáhání v příčném směru je závislé na typu švu, délce stehu a pevnosti šicích nití.

2.7.2 Estetické vlastnosti švů hodnocené pomocí měřících přístrojů nebo měřitelných parametrů

- splývavost
- lesk
- prořezání švu
- pružnost švu
- vrásnění

Splývavost

Splývavost je charakterizována koeficientem splývavosti (K_s), který lze zjistit ze projekce kruhového vzorku. Vzorek materiálu se zavěsí zespoda kruhové čelisti, která je menšího průměru než samotný vzorek. Velikost jednotlivých ploch se zjistí pomocí planimetrování nebo z hmotnosti jednotlivých pauzovacích papírů.

Splývavost je ovlivněna především finálními úpravami, jako jsou změkčovadla, apretace, apod. Druh švu se zvolí dle nanesené vrstvy, protože ta dá textilií specifické vlastnosti. Problém však může nastat v okamžiku údržby, například při praní či čištění může dojít k odstranění nánosu z textilie. Šev přestane splňovat původní funkce, protože jeho vlastnosti se údržbou změní.

Lesk

Vznikne odstraněním nebo zatlačením vláken do povrchu textilie. Na těchto místech tak dojde k většímu odrazu světla a některá místa se jeví jako světlejší. Tento efekt bývá většinou nežádoucí. Vzniká nejčastěji v místech švů, které vystupují plasticky nad povrch materiálu.

Prořezání švu

Jedná se o skrytou vadu, která vznikla poškozením příže šicí jehlou. Tato vada se může projevit později vlivem nošení nebo mechanickým zatížením.

Pružnost švu

Pružnost je schopnost materiálu navrátit se do původního stavu po odstranění zatížení, které deformaci způsobilo. Pružnost švu je ovlivněna pružností plošné textilie, způsobem prošití a geometrií stehu. Obecně lze říci, že řetízkové stehy jsou pružnější než stehy vázané.

Při zatížení může dojít k posunu nití ve švu nebo k porušení stehové řady. Popis detailnějšího chování švů při zatížení byl uveden již dříve v kapitole 2.5.1 *Funkce švu- Pevnost švů a posun nití ve švu.*

Vrásnění

Deformace ušitého švu, která se projevuje zvlněním jedné nebo více vrstev šitého materiálu nebo šicí nitě. U bavlněných přízí deformace vzniká následkem praní, žehlení nebo chemickým čištěním. U přízí bavlny nastane narušení mezimolekulárních vazeb působením vody, rozpouštědel a teploty, a dojde tak ke srážení.

U syntetických nití dojde k vrásnění vlivem tvarové paměti, která je způsobená nanesením prostředků při konečných úpravách (např. při hydrofobní úpravě, která zvyšuje tuhost materiálu)

3. Experimentální část

Hlavním cílem experimentální části této práce bylo určit velikost síly průpichu v závislosti na povrchových úpravách jehel, stupni opotřebení jehel a parametrech šitého materiálu.

Jednotlivé části experimentu byly prováděny na laboratorních zařízeních Katedry oděvnictví a Katedry textilních materiálů.

3.1 Podmínky experimentu

V této práci byly použity strojní šicí jehly a materiály určené především ke zpracování technických textilií v automobilovém průmyslu, konkrétně k výrobě automobilových sedáků. Zkoumané strojní šicí jehly byly opotřebeny za reálných podmínek ve firmě Johnson Controls, která se mimo jiné zabývá šitím potahů sedadel automobilů.

3.1.1 Použité strojní šicí jehly

Pro experiment byly použity jehly určené k šití technických textilií vyráběné firmou Groz-Beckert, a to jehly s chromovou a TiN úpravou. Jednalo se o systémy jehel 134-35 FG/SUK a 134-35 SAN 5 Gebedur s jemností Nm 120/19. Firma Johnson Controls - Česká Lípa tyto jehly opotřebila ve spojovacím procesu.

Dále bylo rozhodnuto do experimentu zahrnout i jehly s keramickým povlakem značky Triumph. Byly vybrány pro srovnání z důvodu zcela odlišné povrchové úpravy. Jehly jsou jiné konstrukce a jsou určené k odlišnému použití než jehly uvedené výše. Tyto jehly se v současnosti využívají v průmyslových vyšívacích strojích Tajima a jsou ve fázi testování – zatím nejsou používány v běžném spojovacím procesu. Jehly dobře šijí při rychlé změně směru šití a při vysokých otáčkách šicího stroje.

Systém keramické jehly byl DBxK5 CM s jemností 80/12. Byla použita jehla s nejvyšší možnou jemností, kterou firma Tajima u keramických jehel nabízí. Jehly s keramickým povlakem byly poskytnuty k opotřebení firmě Pallas Bohemia - Jablonec nad Nisou, která se zabývá strojovými výšivkami. Vzorke jehel jsou uvedeny v příloze č. 1.

V příloze č. 2 jsou zobrazeny řezy jehel a tloušťky jednotlivých vrstev povlaků.

V tabulce 3-1 je uveden přehled získaných strojních šicích jehel:

Tabulka 3-1 Přehled získaných strojních šicích jehel

Výrobce jehel	Systém jehly	Jemnost jehly [Nm]	Povrchová úprava jehly	Počet kusů jehel
Groz-Beckert	134-35 FG/SUK	120/19	chróm	30
Groz-Beckert	134-35 SAN 5 RG	120/19	TiN (Gebedur)	30
Tajima	DBxK5 CM	80/16	keramika	30

Všechny jehly byly rozděleny do tří kategorií dle počtu hodin opotřebení ve spojovacím procesu. Jedna kategorie jehel byla opotřebena po dobu jedné pracovní směny (8 hod), druhá kategorie jehel byla používána 5 pracovních směn (40 hod).

V tabulce 3-2 je uvedeno rozdělení jehel dle času opotřebení:

Tabulka 3-2 Rozdělení jehel dle času opotřebení

Délka opotřebení	0 hod	8 hod	40 hod
	Počet kusů jehel		
chrom	10	10	10
TiN (Gebedur)	10	10	10
keramika	10	10	10

3.1.2 Použitý šitý materiál

Při výrobě automobilových sedáků se používají materiály, které můžeme charakterizovat jako technické textilie. Jedná se o materiály, které se vyznačují:

- vysokou pevností
- vysokou tuhostí
- odolností vůči oděru
- odolností vůči UV záření
- stálobarevností
- většími tloušťkami
- většími plošnými hmotnostmi
- antistatickými a nehořlavými úpravami.

Použité textilie můžeme dále dělit na:

- jednovrstvé, vícevrstvé
- z přírodních (bavlna, vlna, usně) nebo syntetických materiálů (polyester, polyamid, polyuretan)
- tkaniny, pleteniny, netkané textilie

U vícevrstevných laminátů jde většinou o kombinace 3 materiálů:

- tkanina, pletenina, useň, koženka
- polyuretanová pěna
- pletenina nebo netkaná textilie

Jejich materiálové složení pak bývá např.: 60% polyakrylonitril, 40% polyester
100% polyester
50% polyester, 50% viskóza atd.

Laminované materiály s vrstvou polyuretanu mají dobrou zotavovací schopnost po uvolnění zatížení, dobře přilnou k sedadlům, nekloužou a nekrčí se.

Pro experiment v této práci byly zvoleny následující 3 druhy materiálů:

- ***Materiál č.1*** - tkanina, polyuretanová pěna, pletenina
- ***Materiál č.2*** – pletenina, polyuretanová pěna, pletenina
- ***Materiál č.3*** – přírodní useň určená k čalounění

Z každého textilního materiálu byly odebrány vždy 3 vzorky o rozměrech 60x300mm. Tyto vzorky byly stříhány po osnově. Vzorky materiálů a jejich charakteristika jsou uvedeny v příloze č. 3.

3.2 Průpich materiálu strojní šicí jehlou

Průpich – je místo v šitém materiálu mezi vpichem a výpichem. K průniku jehly šitým materiálem je potřebná síla působící na jehlu, která vytvoří v materiálu otvor. Pro průpich materiálu jehlou je důležitá délka její špičky. Na ní závisí úhel hrotu strojové šicí jehly. S rostoucí jemností jehly se zvětšuje i její úhel. K šití pletenin a tkanin se používají jehly, jejichž špice je ve tvaru kužele. Vrchol kužele je zakulacený.

Propíchne-li strojní šicí jehla tkaninu, může projít mezi nitěmi osnovy a útku nebo může nitě propíchnout. Je tedy nutné posoudit, zda jehla proniká mezi nitěmi nebo nitě materiálu propíchne přímo jako klín. Je obecně známo, že je-li klín vrážen

do tělesa, potom kromě síly Q , která klín zaráží, působí na jeho boky také výslednice normálových sil N a rovnoběžně s boky klínu i výslednice třecích sil. Na základě obecných zákonitostí mechaniky vyplívá souvislost mezi třecí (T) a normálovou (N) silou:

$$T = N \cdot f \quad (3-1)$$

f – součinitel tření mezi plochami klínu a sešitým materiálem

Součinitel tření můžeme určit:

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad (3-2)$$

φ – úhel tření, tzn. mezní hodnotu úhlu o který se odchyluje směr výsledné reakce R opěrné plochy klínu od směru kolmice k opěrné ploše

Velikost normálové síly N závisí na vnitřním odporu textilního materiálu proti deformacím způsobeným vpichem jehly (odpor je závislý na struktuře a vazbě materiálu, její hustotě, jemnosti použitých nití atd.), na průměru jehly, síle sevření šitých materiálů mezi patkou šicího stroje a stehovou deskou [11].

Výsledná síla šicí jehly Q potřebná k průpichu šitého materiálu se stanoví ze vztahu:

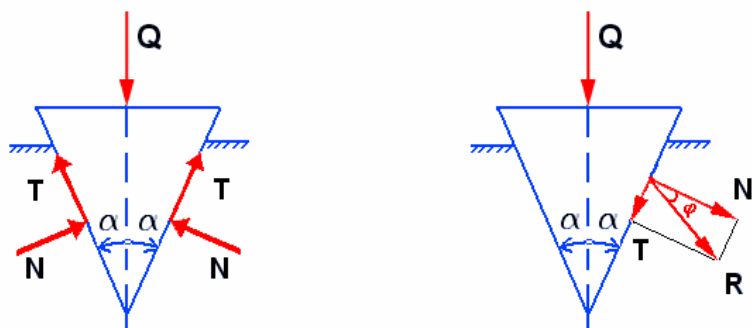
$$Q = 2N \cdot \sin \alpha + 2T \cdot \cos \alpha \quad (3-3)$$

Po úpravě vztahů lze stanovit sílu jehly Q potřebnou k průpichu šitého materiálu:

$$Q = 2N \cdot \sin(\alpha + \varphi) / \cos \varphi \quad (3-4)$$

Síla Q závisí na rozdělení osnovních a útkových nití, které tvoří tkaninu a také na hodnotě tření jehly o tkaninu. Síla k propíchnutí materiálu je též závislá na mechanických vlastnostech tkaniny nebo pleteniny, průměru a úhlu špice jehly, pohybové rychlosti jehly atd.

Na obr. 3-1 je znázorněno schéma průpichu materiálu strojní šicí jehlou



Obr. 3- 1 Působení sil při průpichu materiálu strojní šicí jehlou

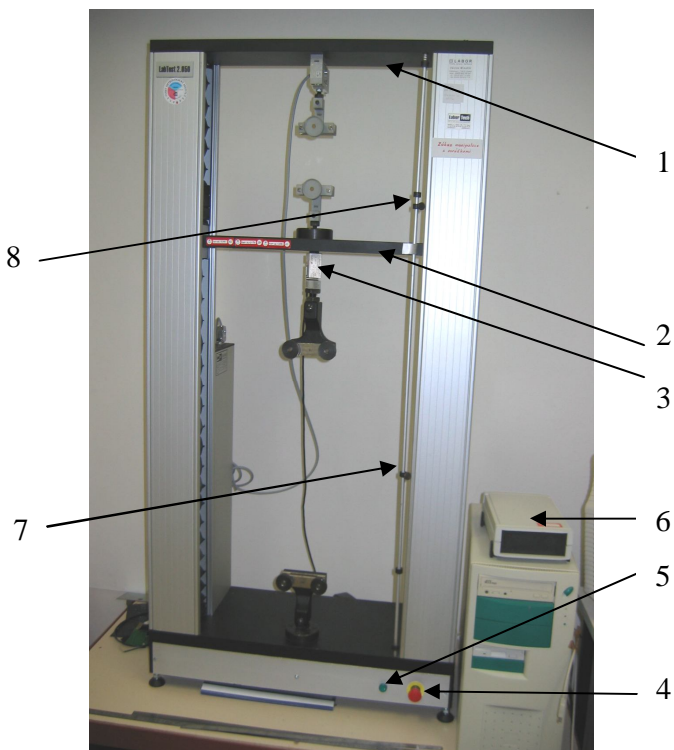
- a) působení šitého materiálu na jehlu
- b) působení jehly na šitý materiál

3.2.1 Zařízení potřebné k měření průpichu

Stanovení maximální síly průpichu strojovou šicí jehlou bylo provedeno na trhacím přístroji LabTest 2.05 viz. obr. 3-2. Je to stroj na měření pevnosti a tažnosti plošných textilií, šicích nití, vlastností švů oděvních výrobků atd. LabTest lze použít nejen na zkoušky tahem, ale i pro zkoušky na tlak, ohyb atd.

Ovládání stroje se provádí programem LabTest II, který byl vytvořen za účelem zjednodušení a zpřesnění zkoušek materiálů.

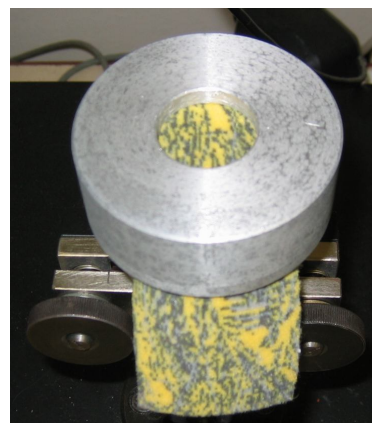
Rám stroje je tvořen horním pevným příčníkem, stolem a pohyblivým příčníkem s horním a spodním pracovním prostorem. Součástí rámu stroje je elektronická řídicí a vyhodnocovací část. V rámu stroje můžou být umístěny dva siloměrné snímače, jeden umístěný na horním příčníku a druhý na posuvném příčníku.



Obr. 3- 2Trhací přístroj LabTest 2.05

1-horní příčník	5-kontrolka napájení
2-pohyblivý příčník	6-modul řízení
3-siloměrný snímač	7-spodní zarážka
4-bezpečnostní STOP tlačítko	8-horní zarážka

Pro zkoušku na *průpich materiálu strojní šicí jehlou* byl snímač umístěn na dolním posuvném příčníku. Ve spodní části přístroje byl upnut přípravek na měření síly průpichu, který byl již popsán v diplomové práci Pauliové [12]. Jelikož původní systém upnutí materiálu byl zdlouhavý a složitý, byl tento přípravek vylepšen o upínací prvek kruhového průřezu, který je zobrazen na obr. 3-3. Délka jednotlivých měření se tak podstatně zkrátila.

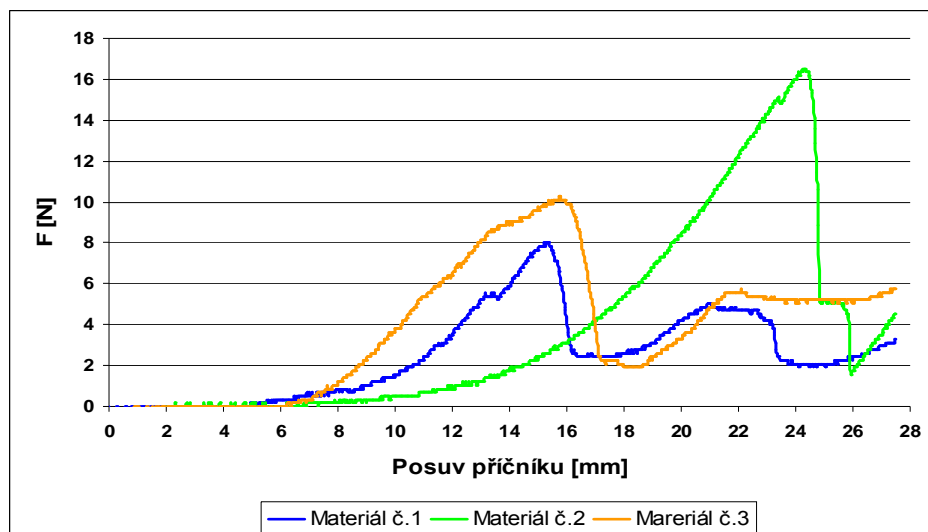


Obr. 3- 3 Upínací prvek

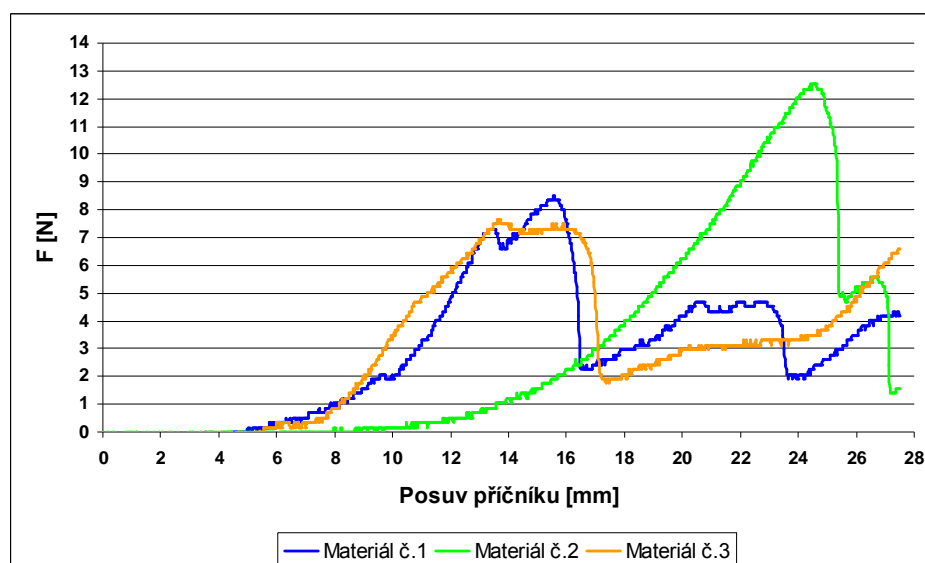
3.2.2 Stanovení síly průpichu

Měření zkušebních vzorků bylo provedeno následujícím postupem. Vzorek materiálu byl upevněn do přípravku na měření síly průpichu vždy lící stranou směrem k hrotu jehly. Zkoušená jehla s příslušnou povrchovou úpravou byla upnuta do čelisti trhacího stroje, její dlouhá drážka směřovala dopředu. U tohoto zařízení byla nastavena rychlost posuvu příčníku při měření na 70 mm/min. Po spuštění trhacího zařízení došlo k průpichu zkoušeného vzorku. Velikost síly průpichu byla graficky zaznamenána v závislosti na posuvu příčníku. Z každé grafické závislosti lze určit maximální sílu průpichu. Tento postup byl pro každý typ měření 7x opakován, pokaždé do jiného místa zkoušeného materiálu.

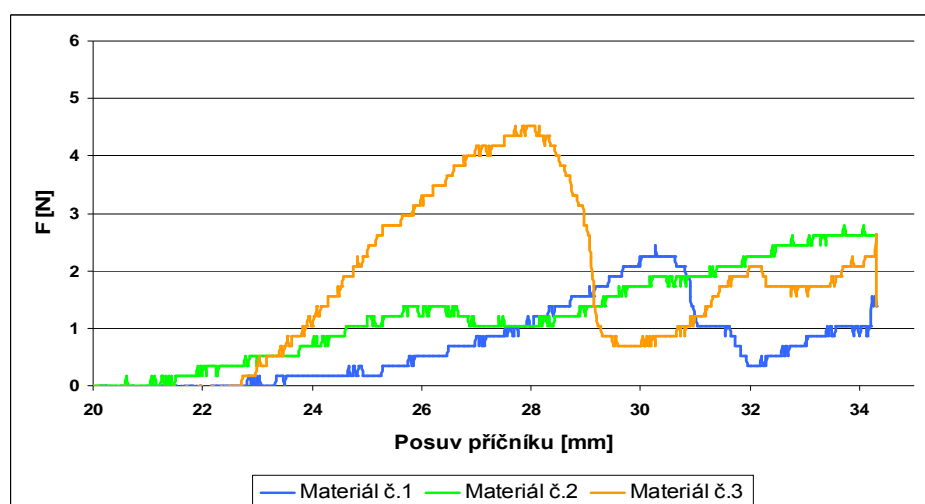
Z naměřených výsledků byly vypočítány průměrné hodnoty a ostatní základní statistické údaje. Zástupce grafů s průpichy jehel s chromovou, nitrid-titanovou a keramickou úpravou jsou zobrazeny na obrázcích 3-4, 3-5, 3-6. V každém grafu jsou zachyceny průběhy sil u tří různých materiálů.



Obr. 3- 4 Graf velikosti síly průpichu jehly s chromovou úpravou



Obr. 3- 5 Graf velikosti síly průpichu jehly s TiN úpravou



Obr. 3- 6 Graf velikosti síly průpichu jehly s keramickou úpravou

3.3 Vliv opotřebení strojní šicí jehly na velikost síly průpichu

Sledování vlivu opotřebení strojní šicí jehly bylo zaměřeno na stanovení velikosti síly průpichu v závislosti na stupni opotřebení jehly. Byly zkoumány tři kategorie jehel. V první kategorii byly měřeny jehly nové (opotřebení 0h), v druhé kategorii byly měřeny jehly opotřeбенé 8h a ve třetí kategorii jehly opotřeбенé 40h. S každou kategorií jehel byl prováděn průpich na třech různých materiálech. Charakteristika jednotlivých materiálů již byla popsána v kapitole 3.1.2. V tabulkách 3-3, 3-4, 3-5 jsou uvedené průměrné výsledky měření.

Tabulka 3-3 Výsledky měření vlivu opotřebení strojní šicí jehly

Vliv opotřebení na velikost síly průpichu - povrchová úprava chrom [N]									
číslo měření	Materiál č.1			Materiál č.2			Materiál č.3		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
1	5,58	4,00	4,87	18,97	8,71	12,01	10,11	8,90	10,09
2	4,53	9,22	4,01	18,06	10,47	9,57	9,20	10,29	12,53
3	9,06	9,60	6,45	12,19	13,59	11,16	11,33	9,42	11,33
4	8,00	5,92	5,57	16,54	12,87	8,70	10,79	12,19	12,19
5	7,83	5,24	6,69	18,11	10,63	14,77	10,28	10,25	11,00
6	6,53	5,59	8,18	15,96	11,88	14,47	9,83	9,58	10,28
7	7,20	8,02	7,31	17,61	12,36	14,29	10,18	10,11	12,52

Tabulka 3-4 Výsledky měření vlivu opotřebení strojní šicí jehly

Vliv opotřebení na velikost síly průpichu - povrchová úprava TiN [N]									
číslo měření	Materiál č.1			Materiál č.2			Materiál č.3		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
1	7,49	3,14	4,88	12,73	10,79	11,33	7,66	8,87	10,09
2	7,66	4,35	9,96	8,35	13,93	10,63	8,02	8,53	10,76
3	6,26	5,58	5,04	10,98	9,06	13,59	7,67	9,06	9,60
4	9,23	5,76	8,37	13,43	12,49	12,70	8,52	8,37	9,94
5	8,54	5,91	8,36	12,58	12,88	13,53	7,50	8,36	10,28
6	9,23	7,32	5,90	13,43	9,75	9,75	8,52	9,21	10,29
7	8,54	7,65	5,57	12,58	11,84	12,01	7,50	8,37	10,97

Tabulka 3-5 Výsledky měření vlivu opotřebení strojní šicí jehly

Vliv opotřebení na velikost síly průpichu - povrchová úprava keramika [N]									
Číslo měření	Materiál č.1			Materiál č.2			Materiál č.3		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
1	1,92	1,72	1,22	2,09	5,23	1,74	4,51	4,53	4,18
2	1,92	2,95	1,39	2,44	4,36	3,48	4,36	6,09	4,87
3	2,27	2,44	1,92	2,26	4,36	2,96	3,99	5,91	4,70
4	1,05	2,44	2,79	1,91	4,19	1,56	4,70	4,53	5,40
5	1,40	1,92	2,63	2,96	2,78	1,91	5,06	5,40	4,01
6	1,44	2,27	2,60	1,57	2,96	1,21	4,71	4,71	5,04
7	1,57	1,40	2,08	2,09	3,47	2,09	4,53	5,40	5,06

3.3.1 Shrnutí výsledků

Výsledky měření jsou statisticky zpracovány v tabulkách 3-6, 3-7, 3-8.

Tabulka 3-6 Statistické výsledky měření vlivu opotřebení strojní šicí jehly

Statistické výsledky měření - povrchová úprava chrom [N]									
	Materiál č.1			Materiál č.2			Materiál č.3		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
\bar{x}	6,96	6,80	6,15	16,78	11,50	12,14	10,25	10,11	11,42
s	1,54	2,15	1,44	2,71	1,97	2,36	0,80	1,25	0,97
v	2,04	3,96	1,77	5,87	3,11	4,46	0,51	1,25	0,76
min	4,53	4,00	4,01	12,19	8,71	8,70	9,20	8,90	10,09
max	9,06	9,60	8,18	18,97	13,59	14,77	11,33	12,19	12,53

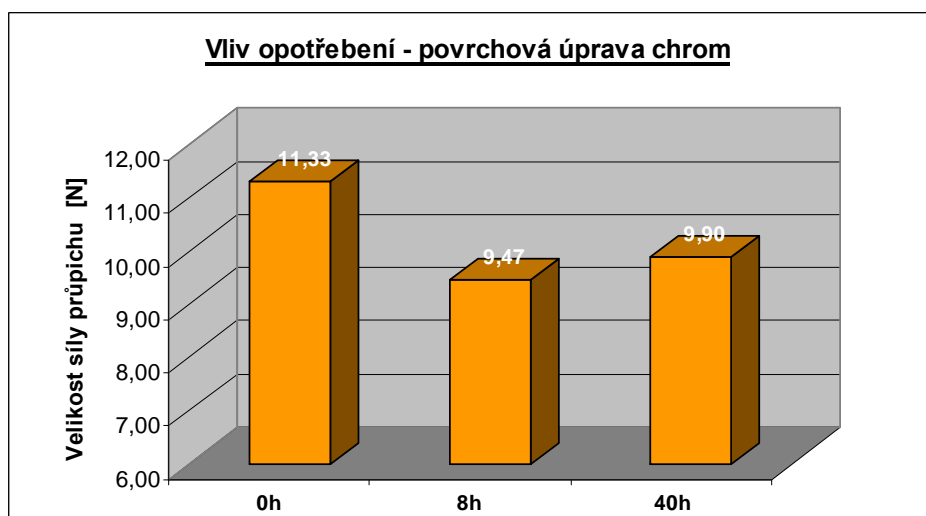
Tabulka 3-7 Statistické výsledky měření vlivu opotřebení strojní šicí jehly

Statistické výsledky měření - povrchová úprava TiN [N]									
	Materiál č.1			Materiál č.2			Materiál č.3		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
\bar{x}	8,14	5,67	6,87	12,01	11,53	11,93	7,91	8,68	10,28
s	1,07	1,57	2,00	2,03	1,92	1,33	0,41	0,31	0,43
v	0,98	2,12	3,42	3,31	2,94	1,41	0,13	0,08	0,15
min	6,26	3,14	4,88	8,35	9,06	10,63	7,50	8,36	9,60
max	9,23	7,65	9,96	13,43	13,93	13,59	8,52	9,06	10,76

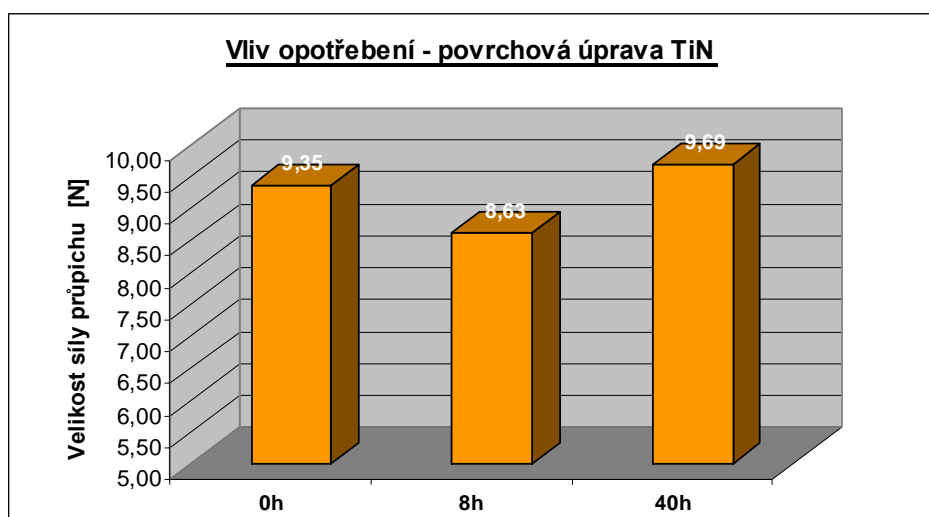
Tabulka 3-8 Statistické výsledky měření vlivu opotřebení strojní šicí jehly

Statistické výsledky měření - povrchová úprava keramika [N]									
	Materiál č.1			Materiál č.2			Materiál č.3		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
\bar{x}	1,65	2,16	2,09	2,19	3,91	2,14	4,55	5,22	4,75
s	0,48	0,49	0,71	0,40	0,88	0,84	0,36	0,70	0,53
v	0,19	0,19	0,40	0,13	0,63	0,57	0,11	0,41	0,23
min	1,05	1,72	1,22	1,91	2,78	1,56	3,99	4,53	4,01
max	2,27	2,95	2,79	2,96	5,23	3,48	5,06	6,09	5,40

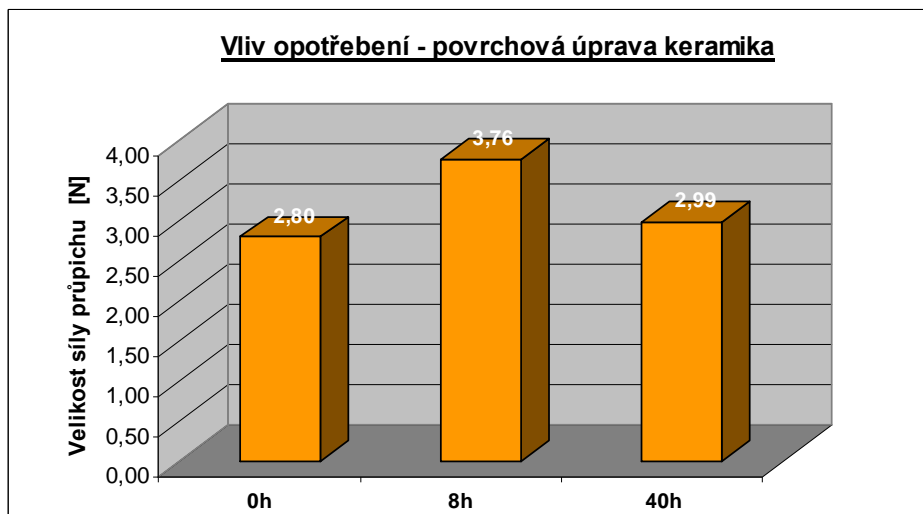
Na obrázcích 3-7, 3-8, 3-9 je znázorněný vliv opotřebení jehly s jednotlivými povrchovými úpravami v kombinaci všech tří materiálů.



Obr. 3- 7 Vliv opotřebení jehly s povrchovou úpravou chrom



Obr. 3- 8 Vliv opotřebení jehly s povrchovou úpravou TiN



Obr. 3- 9 Vliv opotřebení jehly s povrchovou úpravou keramika

Z naměřených hodnot vyplívá, že u jehel s chromovou povrchovou úpravou došlo při opotřebení 8 hod ke snížení síly průpichu o 16,4%, u jehly s TiN úpravou o 7,7%. U keramické jehly došlo naopak ke zvýšení síly průpichu o 34,3%. Keramické jehly měly naměřené síly průpichu velice nízké, je to způsobeno tím, že jehla měla daleko nižší jemnost (80 Nm) než jehly chromové a nitrid-titanové (120 Nm).

U 40 hod opotřebení došlo u chromové i TiN jehly ke zvýšení síly průpichu, jak je patrné z obr. 3-7, 3-8. Naopak u keramické jehly došlo k poklesu, viz obr. 3-9.

U chromové jehly hodnota vzrostla o 4,5%, ale i přesto byla potřebná síla k průpichu stále nižší než u jehly nové (neopotřebené). U jehly s TiN povlakem vzrostla síla průpichu o 12,3%, tato hodnota téměř odpovídala síle průpichu u jehly nepoužité. U keramické jehly hodnota síly klesla o 20,5% a přiblížila se hodnotám jehly nové.

3.4 Vliv šitého materiálu na velikost síly průpichu

Sledování vlivu šitého materiálu bylo zaměřeno na stanovení velikosti síly průpichu v závislosti na stupni opotřebení jehly. Byly zkoumány tři druhy materiálů používaných v automobilovém průmyslu viz příloha č. 3. Do všech tří materiálů byly prováděny průpichy jak jehlou chromovou, TiN, tak jehlou s keramickým povlakem. V tab. 3-9, 3-10, 3-11 jsou uvedené průměrné výsledky měření.

Tabulka 3-9 Výsledky měření vlivu materiálu

Vliv materiálu na velikost síly průpichu - povrchová úprava chrom [N]									
číslo měření	opotřebení 0h			opotřebení 8h			opotřebení 40h		
	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3
1	5,58	18,97	10,11	4,00	8,71	8,90	4,87	12,01	10,09
2	4,53	18,06	9,20	9,22	10,47	10,29	4,01	9,57	12,53
3	9,06	12,19	11,33	9,60	13,59	9,42	6,45	11,16	11,33
4	8,00	16,54	10,79	5,92	12,87	12,19	5,57	8,70	12,19
5	7,83	18,11	10,28	5,24	10,63	10,25	6,69	14,77	11,00
6	6,53	15,96	9,83	5,59	11,88	9,58	8,18	14,47	10,28
7	7,20	17,61	10,18	8,02	12,36	10,11	7,31	14,29	12,52

Tabulka 3-10 Výsledky měření vlivu materiálu

Vliv materiálu na velikost síly průpichu - povrchová úprava TiN [N]									
číslo měření	opotřebení 0h			opotřebení 8h			opotřebení 40h		
	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3
1	7,49	12,73	7,66	3,14	10,79	8,87	4,88	11,33	10,09
2	7,66	8,35	8,02	4,35	13,93	8,53	9,96	10,63	10,76
3	6,26	10,98	7,67	5,58	9,06	9,06	5,04	13,59	9,60
4	9,23	13,43	8,52	5,76	12,49	8,37	8,37	12,70	9,94
5	8,54	12,58	7,50	5,91	12,88	8,36	8,36	13,53	10,28
6	9,23	13,43	8,52	7,32	9,75	9,21	5,90	9,75	10,29
7	8,54	12,58	7,50	7,65	11,84	8,37	5,57	12,01	10,97

Tabulka 3-11 Výsledky měření vlivu materiálu

Vliv materiálu na velikost síly průpichu - povrchová úprava keramika [N]									
Číslo měření	bez opotřebení 0h			opotřebení 8h			opotřebení 40h		
	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3
1	1,92	2,09	4,51	1,72	5,23	4,53	1,22	1,74	4,18
2	1,92	2,44	4,36	2,95	4,36	6,09	1,39	3,48	4,87
3	2,27	2,26	3,99	2,44	4,36	5,91	1,92	2,96	4,70
4	1,05	1,91	4,70	2,44	4,19	4,53	2,79	1,56	5,40
5	1,40	2,96	5,06	1,92	2,78	5,40	2,63	1,91	4,01
6	1,44	1,57	4,71	2,27	2,96	4,71	2,60	1,21	5,04
7	1,57	2,09	4,53	1,40	3,47	5,40	2,08	2,09	5,06

3.4.1 Shrnutí výsledků

Výsledky měření jsou statisticky zpracovány v tabulkách 3-12, 3-13, 3-14.

Tabulka 3-12 Statistické výsledky měření vlivu šitého materiálu

Statistické výsledky měření - povrchová úprava chrom [N]									
	opotřebení 0h			opotřebení 8h			opotřebení 40h		
	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3
\bar{x}	6,96	16,78	10,25	6,80	11,50	10,11	6,15	12,14	11,42
s	1,54	2,26	0,68	2,49	1,97	1,25	1,11	2,36	0,97
v	2,04	4,38	0,39	4,95	3,11	1,25	0,99	4,46	0,76
min	4,53	12,19	9,20	4,00	8,71	8,90	4,01	8,70	10,09
max	9,06	18,97	11,33	9,60	13,59	12,19	6,69	14,77	12,53

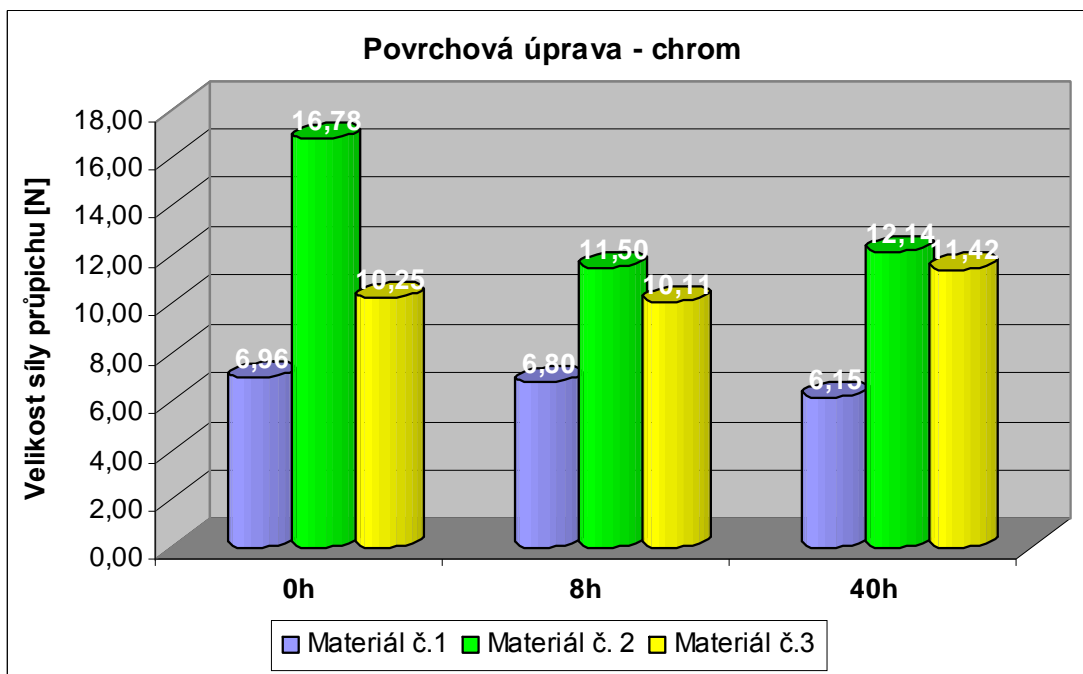
Tabulka 3-13 Statistické výsledky měření vlivu šitého materiálu

Statistické výsledky měření - povrchová úprava TiN									
[N]									
	opotřebení 0h			opotřebení 8h			opotřebení 40h		
	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3
\bar{x}	8,14	12,01	7,91	5,67	11,53	8,68	6,87	11,93	10,28
s	1,13	2,03	0,41	1,18	1,92	0,31	2,25	1,33	0,43
v	1,01	3,31	0,13	1,12	2,94	0,08	4,06	1,41	0,15
min	6,26	8,35	7,50	3,14	9,06	8,36	4,88	10,63	9,60
max	9,23	13,43	8,52	5,91	13,93	9,06	9,96	13,59	10,76

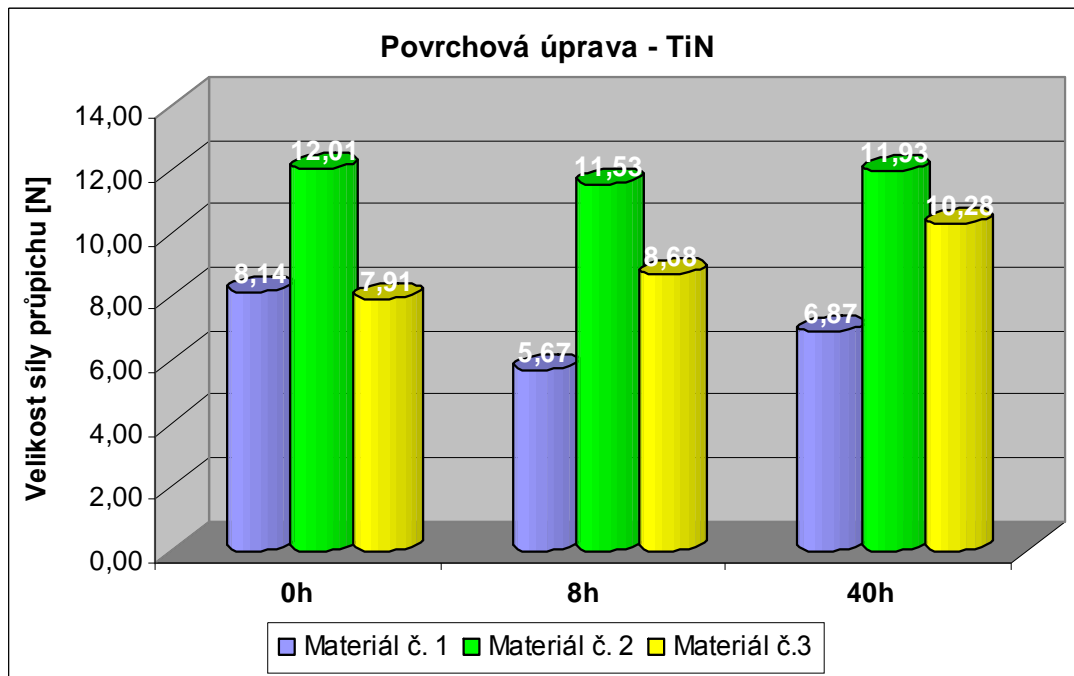
Tabulka 3-14 Statistické výsledky měření vlivu šitého materiálu

Statistické výsledky měření - povrchová úprava keramika									
[N]									
	bez opotřebení 0h			opotřebení 8h			opotřebení 40h		
	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3	Materiál č.1	Materiál č.2	Materiál č.3
\bar{x}	1,65	2,19	4,55	2,16	3,91	5,22	2,09	2,14	4,75
s	0,48	0,40	0,40	0,49	0,88	0,74	0,68	0,88	0,53
v	0,19	0,13	0,13	0,19	0,63	0,44	0,39	0,65	0,23
min	1,05	1,91	3,99	1,72	2,78	4,53	1,22	1,21	4,01
max	2,27	2,96	5,06	2,95	5,23	6,09	2,79	3,48	5,40

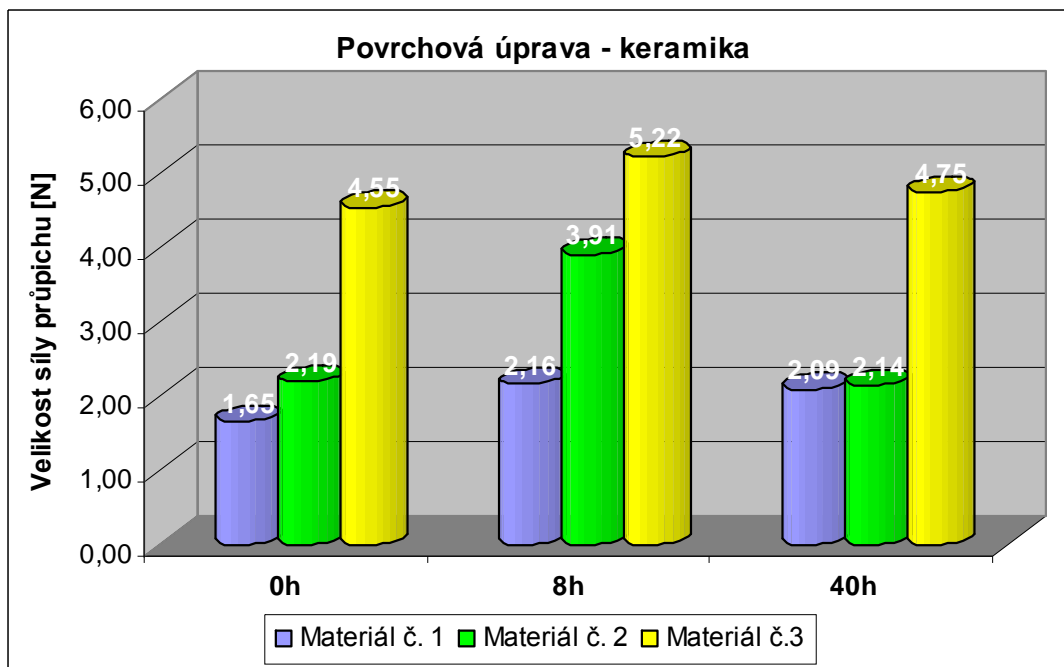
Na obrázcích 3-10, 3-11, 3-12 je znázorněný vliv jednotlivých druhů materiálů na velikost síly průpichu u jehel s chromovou, TiN a keramickou povrchovou úpravou.



Obr. 3- 10 Vliv materiálu na velikost síly průpichu jehly s chromovým povlakem



Obr. 3- 11 Vliv materiálu na velikost síly průpichu jehly s TiN povlakem



Obr. 3- 12 Vliv materiálu na velikost síly průpichu jehly s keramickým povlakem

Na obr. 3-10, 3-11, 3-12 je znázorněná grafická závislost velikosti síly průpichu na jednotlivých materiálech a použité jehle. Z naměřených hodnot vyplývá, že nejvyšší síla k průpichu je potřebná u materiálu č. 2 a to u jehly s chromovou i TiN úpravou. Je to dáno tím, že materiál č. 2 má ze všech tří měřených materiálů nejvyšší tažnost. Tato vlastnost je patrná i z materiálového listu výrobku. Udávaná hodnota byla stanovena výrobcem na 70% ve směru podélném, na 120% ve směru příčném (dle ČSN 80 0810).

U jehly s keramickým povlakem byla největší síla průpichu potřebná k propíchnutí materiálu č. 3. Jednalo se o materiál z usně, který je kompaktní. Pro tento druh materiálu není keramická jehla stavená, ta je určena pro strojní vyšívání.

U materiálů č.1 a 2 byly naměřené síly průpichu daleko nižší, protože šlo o textilie podobné těm, ke kterým je keramická jehla vhodná. Jednalo se o laminované textilie, z nichž největší část je tvořena polyuretanovou pěnou.

3.5 Vliv povrchové úpravy jehly na velikost síly průpichu

Povrchová úprava strojní šicí jehly je jednou z významných parametrů, které ovlivnily velikost síly průpichu, jak vyplynulo z výsledků měření popsanych v kapitolách 3.3 a 3.4. V tabulce 3-15 jsou uvedené průměrné hodnoty měření u jednotlivých materiálů, rozdělené do skupin dle doby opotřebení. Měření byla prováděna u všech tří druhů jehel (jehla s chromovou, TiN a keramickou povrchovou úpravou).

Tabulka 3-15 Průměrné hodnoty měření u jednotlivých povrchových úprav [N]

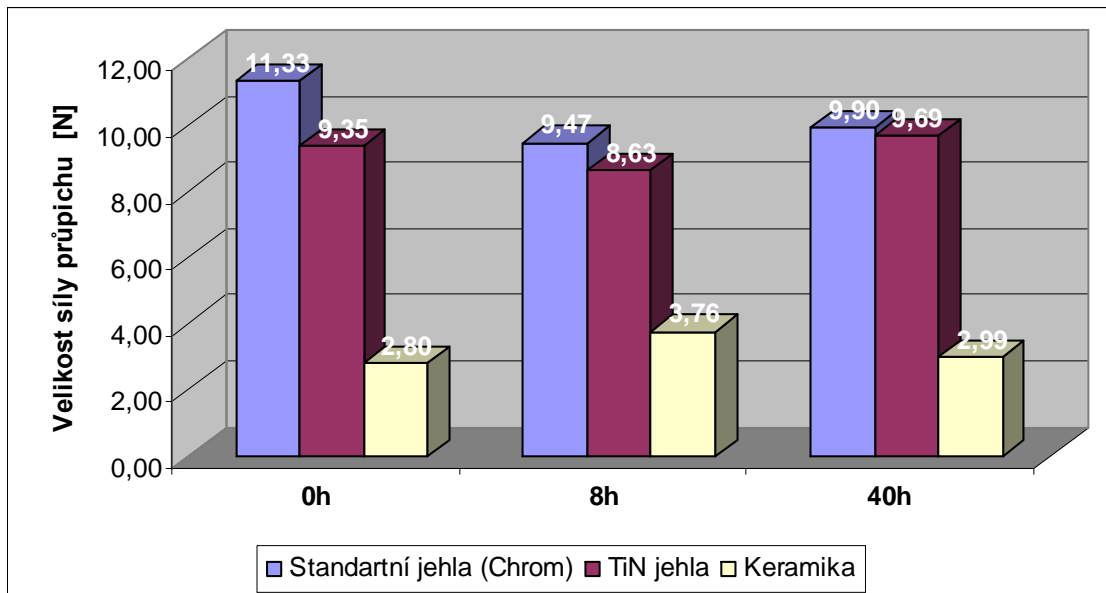
	Úprava - chrom			Úprava - TiN			Úprava - keramika		
	0h	8h	40h	0h	8h	40h	0h	8h	40h
Materiál č.1	6,96	6,80	6,15	8,14	5,67	6,87	1,65	2,16	2,09
Materiál č.2	16,78	11,50	12,14	12,01	11,53	11,93	2,19	3,91	2,14
Materiál č.3	10,25	10,11	11,42	7,91	8,68	10,28	4,55	5,22	4,75
\bar{x}	11,33	9,47	9,90	9,35	8,63	9,69	2,80	3,76	2,99

3.5.1 Shrnutí výsledků

Na obr. 3-13 je zobrazený vliv povrchové úpravy jehly na velikost síly průpichu v závislosti na počtu hodin opotřebení jehly. V grafu jsou znázorněné průměrné síly ze všech tří materiálů.

Z výsledků měření je zřejmé, že nejnižší síla průpichu byla potřebná u keramické jehly, a to při všech stupních opotřebení. Tato jehla je ovšem jiné koncepce a použití, než jehly chromové a TiN, avšak z hlediska povrchové úpravy je nutné jehlu do shrnutí výsledků uvést.

Při srovnání jehly chromované a jehly s TiN úpravou je patrné, že nižší síly k průpichu byly potřebné u jehly TiN. Nejvýraznější rozdíl síly mezi chromovanou a TiN jehlou je u jehly nové. Tento rozdíl dosahoval 17,5%. U jehly opotřebované jednou směnou (8h) byl rozdíl 8,9%. Po 40 hodinovém opotřebení byla tato difference již nepatrná, činila 2,2%.



Obr. 3- 13 Vliv povrchové úpravy na velikost síly

3.6 Působení tepla a vlhka na jehlu

Strojní šicí jehla je při šicím procesu tepelně namáhána vlivem třecího odporu, který jí klade šitý materiál. Vlivem tření dochází ke vzniku teplené energie a tím k ohřevu strojové šicí jehly. Při vyšších teplotách dochází ke změně struktury jehly a tím ke snížení tvrdosti [9].

Teplota jehly má nepříznivý vliv také na šití syntetických materiálů, které degradují při nižších teplotách než vlákna přírodní [10].

Dlouhodobé výzkumy výrobců šicích jehel ukázaly, že snížit ohřev šicí jehly při šití lze těmito způsoby:

- Povrchovou úpravou jehly
- Snížením rychlosti šití
- Změna geometrie tvaru jehly
- Chlazení jehly vzduchem nebo navlhčením šicího materiálu

Při chlazení jehly navlhčením šicího materiálu může docházet ke korozi povrchu.

3.6.1 Zařízení potřebné k simulování povětrnostních podmínek

Vliv vlhkosti a tepla na povrch šicí jehly byl simulován na přístroji UVCON (Accelerated Weathering Tester) na Katedře oděvnictví (obr. 3-14). Toto zařízení simuluje povětrnostní podmínky, které způsobují poškození materiálů vlivem zvýšené vzdušné vlhkosti a tepla, poškození vlivem UV záření. Norma: ISO 9001, ASTM G 53, ASTM D 43 29.

Pro experiment byly vybrány jehly opotřebené 40 hod, které byly v zařízení umístěny na dobu totožnou (40 hod).



Obr. 3- 14 Uvcon

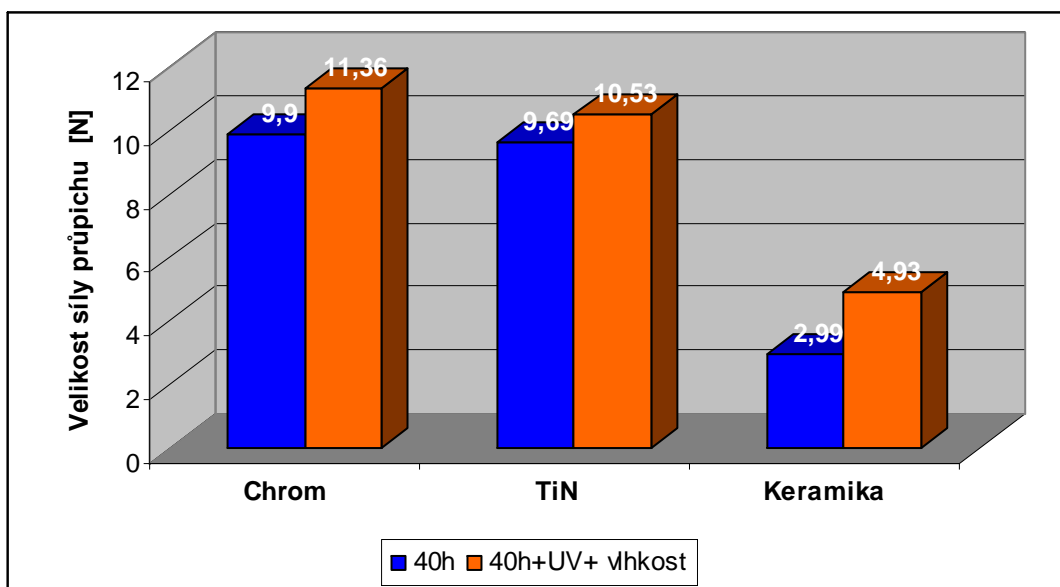
3.6.2 Vliv vlhkosti a tepla na velikost síly průpichu

Vliv vlhkosti a tepla byl prováděn u všech tří druhů jehel opotřebených 40 hod. V následující tabulce 3-16 jsou uvedené průměrné hodnoty síly průpichu u jednotlivých povrchových úprav v kombinaci všech tří materiálů. U každé povrchové úpravy je zobrazena síla průpichu u 40 hod opotřebení jehly a síla průpichu u 40 hod opotřebení se 40 hod UV+vlhkost.

Tabulka 3-16 Vliv vlhkosti a tepla na sílu průpichu

Chrom		TiN		Keramika	
40h	40 hod UV + vlhkost	40h	40 hod UV + vlhkost	40h	40 hod UV + vlhkost
9,90N	11,36N	9,69N	10,53N	2,99N	4,93N

Na obr. 3-15 je zobrazené srovnání síly průpichů všech povrchových úprav, nejprve po 40 hod opotřebení a následně 40 hod opotřebení se 40 hod simulace vlhka a tepla.



Obr. 3- 15 Vliv vlhkosti a tepla na velikost síly

Z výsledků měření je patrné, že po působení vlhka a tepla došlo k nárůstu síly průpichu u všech povrchových úprav. U chromové úpravy vzrostla síla o 14,7%, u nitrid-titanové úpravy o 8,7% a u keramického povlaku dokonce o 64,9%.

3.7 Hodnocení povrchu strojové šicí jehly

Hodnocení povrchu strojových šicích jehel bylo prováděno na elektronovém rastrovacím mikroskopu VEGA TS 5130.

K hodnocení povrchů byly vybrány jehly z každé kategorie opotřebení u všech povrchových úprav. Byly hodnoceny jehly jak nové, tak jehly použité po 8 a 40 hod. Na závěr byly zkoumány i jehly, na kterých byla prováděna simulace povětrnostních podmínek.

3.7.1 Elektronový rastrovací mikroskop

VEGA TS 5130 je počítačem řízený elektronový rastrovací mikroskop (obr. 3-16). Je určen k pozorování povrchů při velkém zvětšení s velkou hloubkou ostrosti. Jeho činnost je založena na použití úzkého svazku elektronů emitovaných ze žhavené katody a urychlovaných v elektronové



Obr. 3- 16 Elektronový rastrovací mikroskop VEGA

trysce tvořené systémem katoda – Wehneltův válec – anoda. Paprsek je zpracován elektromagnetickými čočkami a je rozmítán po povrchu pozorovaného objektu.

Mikroskop má tyto parametry:

- Rozlišení: 3,5 nm
- Zvětšení: 20 až 500 000
- Urychlovací napětí: 0,5 až 30 kV
- Napájecí napětí: 230 V \pm 10% 50 Hz
- Příkon: max 1300 VA

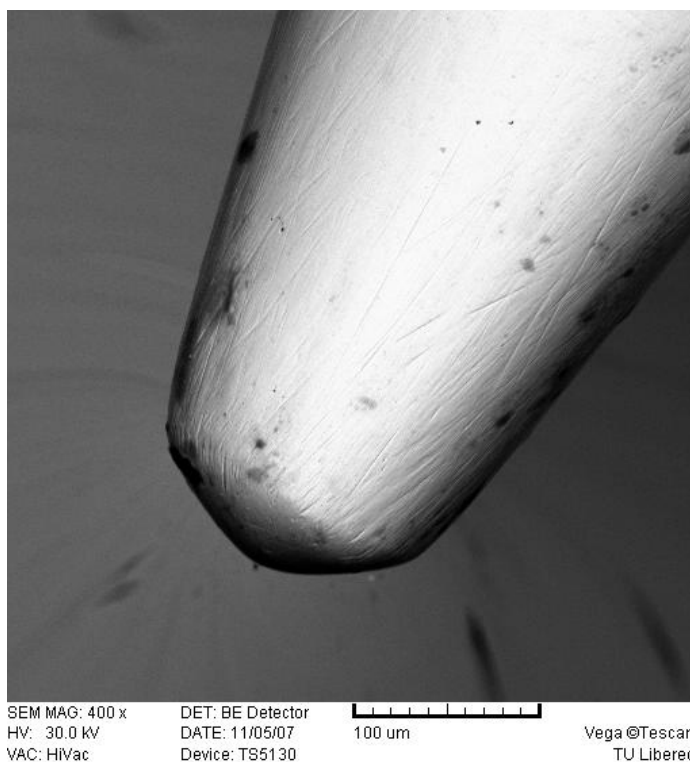
Pracovní podmínky mikroskopu jsou:

- Teplota okolí: 15 až 30°C
- Vibrace: max 1 μ m (při 5Hz)
- Relativní vlhkost: 40-80%
- Tlak vzduchu: 86-106 kPa

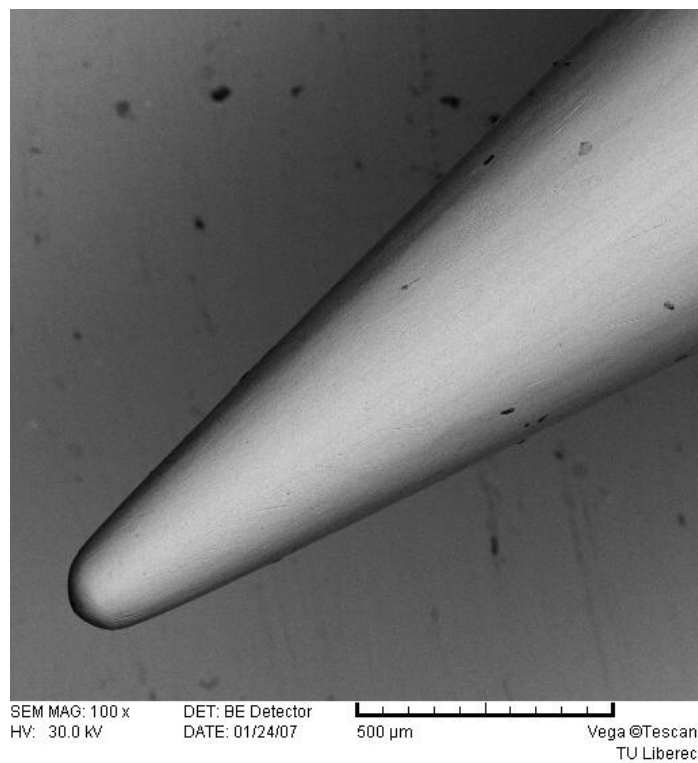
Před hodnocením povrchu byla každá jehla přilepena oboustranně lepicí páskou k podložce se stopkou pro uchycení ve stolku manipulátoru. Jehla byla naprášena zlato-paládiovým práškem. Poté byla vložena do komory s manipulátory a detektory. Po odčerpání vzduchu z komory se na monitoru počítače objevil obraz jehly, který se následně zaostřil a zvětšil. Na povrchu jehel byly sledovány dvě místa – špička jehly a ouško jehly.

Z množství snímků byli vybráni zástupci všech povrchových úprav a všech stupňů opotřebení jehly (0 hod, 8 hod, 40 hod, 40 hod+UV záření a vlhkost), na kterých je patrné poškození povrchové úpravy. Jednotlivé snímky jsou na obr. 3-17 – 3-28, zároveň je zde uvedené zvětšení.

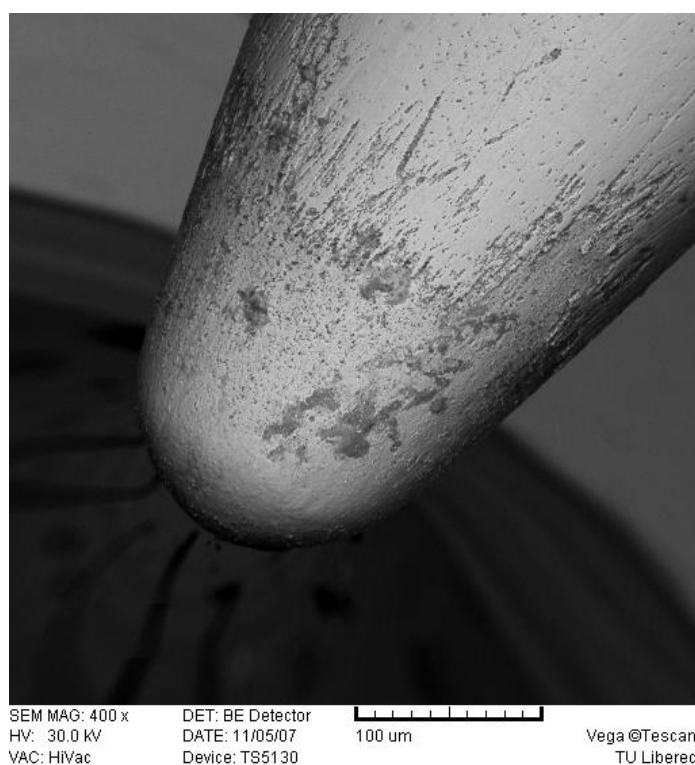
Jehla s chromovým povlakem



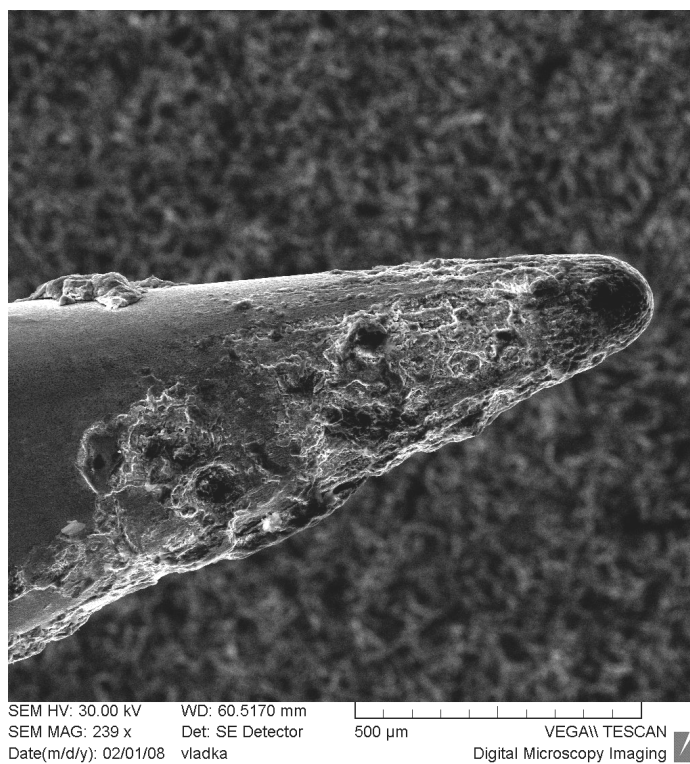
Obr. 3- 17 Detail hrotu jehly s chromovým povlakem (0hod použití)



Obr. 3- 18 Pohled na špičku s hrotem u jehly s chromovým povlakem (8 hod použití)

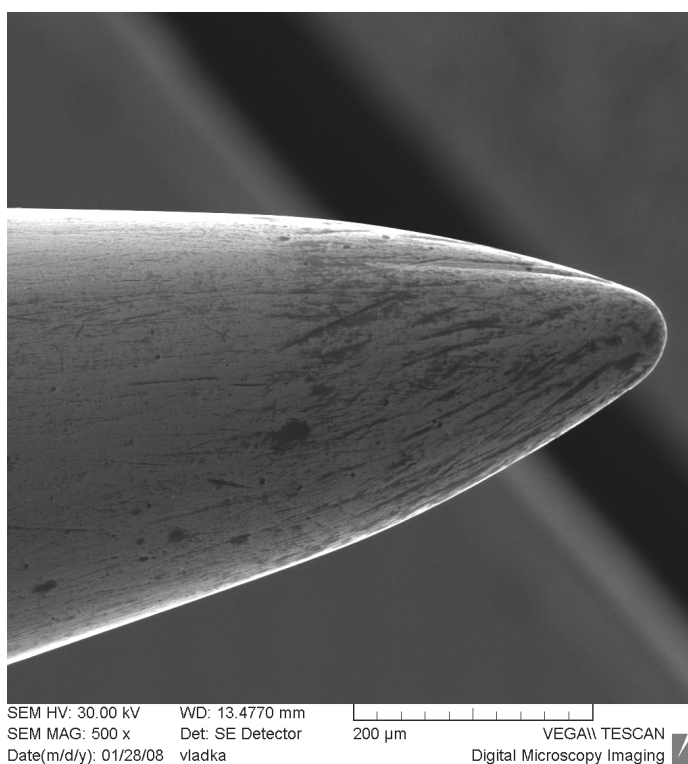


Obr. 3- 19 Detail hrotu jehly s chromovým povlakem (40hod použití)

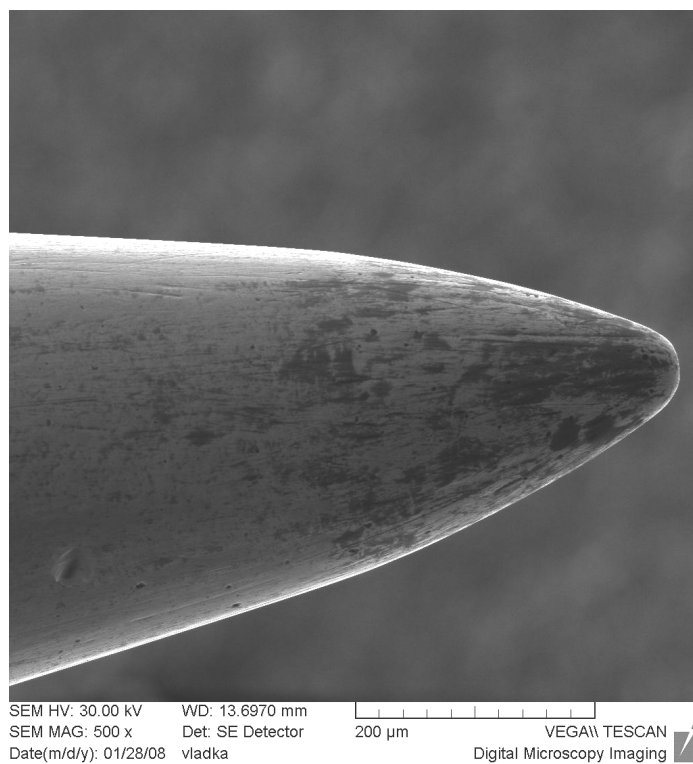


Obr. 3- 20 Detail hrotu jehly s chromovým povlakem (40hod použití+UV+vlhkost)

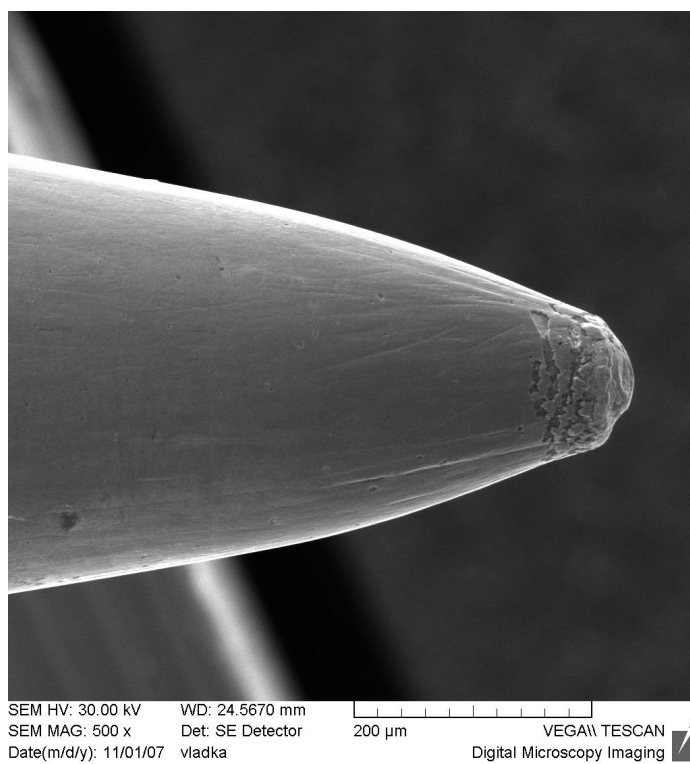
Jehla s povlakem nitridu-titanu



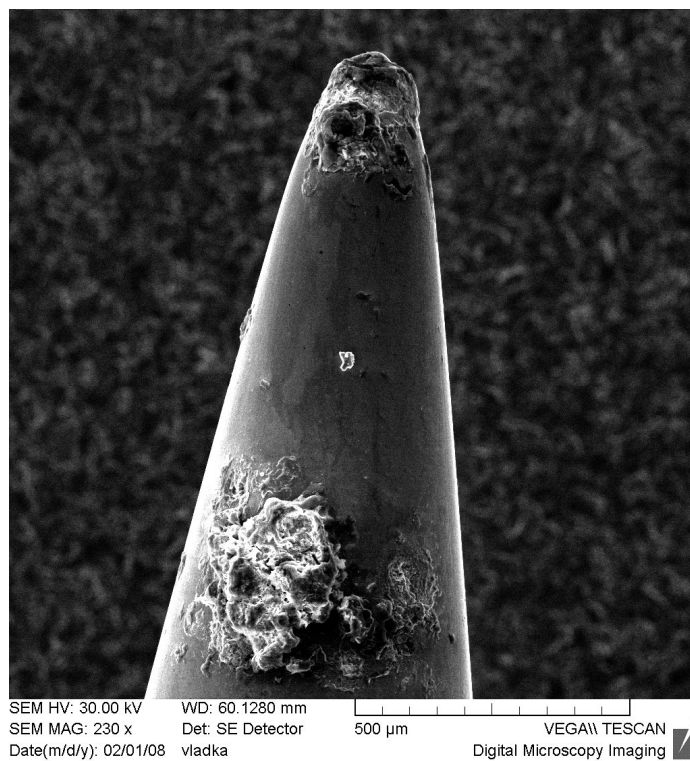
Obr. 3- 21 Detail hrotu jehly s TiN povlakem (0 hod použití)



Obr. 3- 22 Detail hrotu jehly s TiN povlakem (8 hod použití)

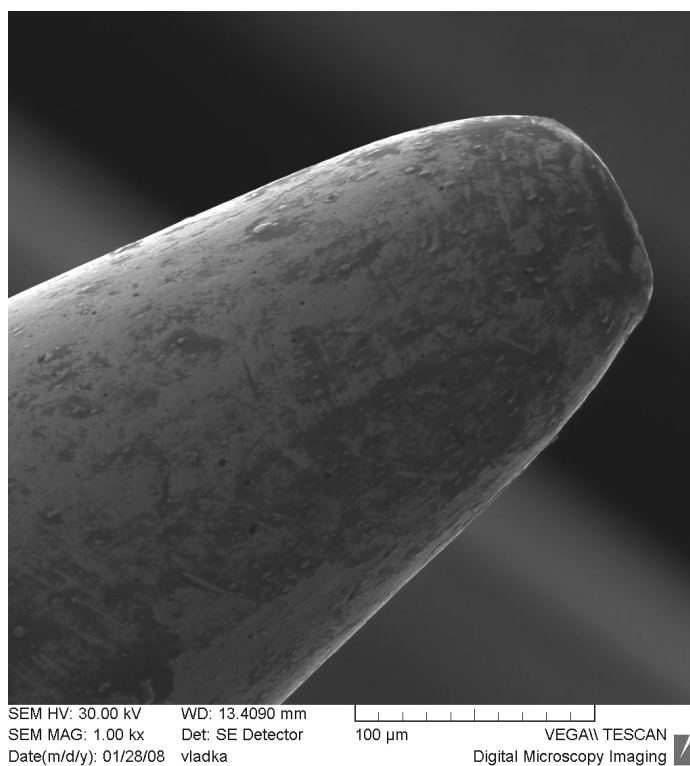


Obr. 3- 23 Detail hrotu jehly s TiN povlakem (40 hod použití)



Obr. 3- 24 Detail hrotu jehly s TiN povlakem (40hod použití+UV+vlhkost)

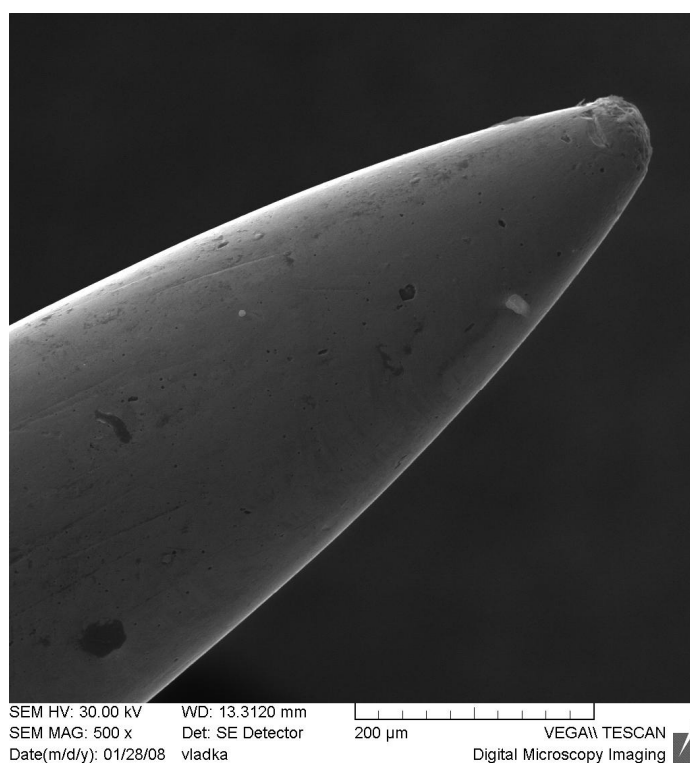
Jehla s keramickým povlakem



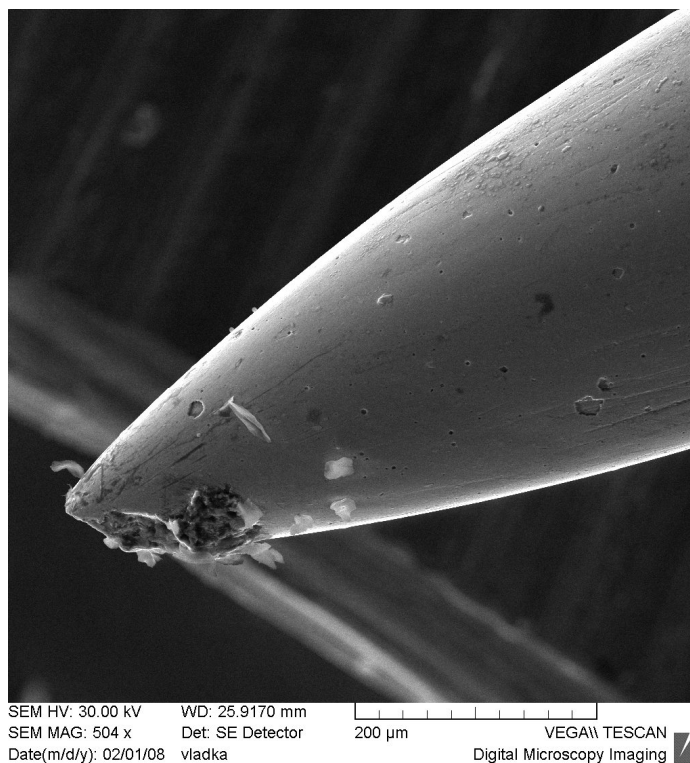
Obr. 3- 25 Detail hrotu jehly s keramickým povlakem (0 hod použití)



Obr. 3- 26 Detail hrotu jehly s keramickým povlakem (8 hod použití)



Obr. 3- 27 Detail hrotu jehly s keramickým povlakem (40 hod použití)



Obr. 3- 28 Detail hrotu jehly s keramickým povlakem (40hod použití+UV+vlhkost)

3.7.2 Shrnutí výsledků

Ze snímků pořízených z rastrovacího mikroskopu bylo patrné, že po 8 hod opotřebení nedošlo k žádnému výraznému poškození u jehel s chromovým a TiN povlakem. Naopak lze říci, že došlo k nepatrnému vyhlazení povrchu jehel (obr. 3-18, 3-22). U jehel s keramickým povlakem došlo k mírnému zdrsnění povrchu jehel. Na jehle jsou viditelné rýhy (obr. 3-26).

Výraznější opotřebení bylo vidět až ze snímků jehel pořízených po 40-ti hodinovém opotřebení. Opotřebení je nejvíce patrné u chromové jehly (obr. 3-19), na jejímž hrotu je zřetelné opotřebení povlakové vrstvy, zdrsnění povrchu a viditelné hluboké rýhy od hrotu jehly směrem k oušku.

U jehly s TiN povlakem nejsou sice patrné žádné výrazné rýhy, ale na hrotu jehly je vidět porušená povrchová vrstva. Jsou zde patrná místa, kde vrstva TiN chybí a dochází zde tak k výrazné nerovnosti povrchu (obr. 3-23).

Naopak u jehly s keramickým povlakem došlo po 40-ti hodinách k vyhlazení povrchu. Viditelné rýhy se výrazně obrousily (obr. 3-27).

Při působení vlhka a UV záření došlo u všech typů jehel na povrchu ke korozi (obr. 3-20, 3-24, 3-28).

4. Diskuze výsledků

Výsledky obsažené v této diplomové práci přináší dílčí informace o vlivu povrchových úprav strojních šicích jehel, stupni opotřebení jehel a druhu materiálu na velikost síly průpichu. V této souvislosti je nutno uvést, že k velikosti síly průpichu přispívají nejen výše uvedené vlivy, ale také systém a jemnost jehly.

Problematika strojových šicích jehel je velice rozsáhlá, a v současné době není dostupná ucelená literatura, která by popisovala tuto problematiku v širším měřítku. Mnohé práce (např. Novák [15] a Pauliová [12]) se sice zabývají problematikou strojních šicích jehel, avšak nezahrnují ve svých pracích vliv povrchových úprav šicích jehel, druhu materiálu a stupeň opotřebení jehel.

S rostoucím rozvojem automobilového průmyslu vzrůstají požadavky na jakost spojovacího procesu a hotových výrobků. Proto výrobci strojních šicích jehel neustále vyvíjí nové konstrukce a povrchové úpravy. Tyto jehly pak musí plnit během své životnosti stále kvalitativní požadavky, což je velice náročné jak z hlediska spojovacího procesu, tak hlediska samotné šicí jehly.

Proto experimenty této diplomové práce byly zaměřeny na konkrétní materiály a strojové šicí jehly používané v automobilovém průmyslu. Pro sledování velikosti síly průpichu byly studovány vlastnosti povrchových úprav nejen u nových jehel, ale také u jehel opotřebovaných v šicím procesu po 8 a 40 hodinách. Jehly byly opotřebovány za reálných podmínek ve firmě Johnson Controls, která se zabývá výrobou automobilových sedáků a interiérových prvků. Tato firma používá ve své výrobě jehly od firmy Groz –Beckert, které byly využity v této práci. Do hodnocení byly zahrnuty i jehly s keramickou úpravou povrchu. Tyto jehly se v současné době používají na strojní vyšívání a nejsou typickým zástupcem jehel používaných v automobilovém průmyslu, ale z hlediska povrchových úprav je bylo nutné zahrnout. Tyto jehly byly opotřebovány ve firmě Pallas Bohemia.

A) Pokud hodnotím vliv opotřebení strojních šicích jehel na velikost síly průpichu musím konstatovat, že po 8 hodinách opotřebení mají jehly s chromovou a TiN úpravou povrchu klesající hodnoty velikosti síly průpichu, jak je patrné z obr. 3-30 a 3-31. Pro velikost opotřebení 0h, 8h, 40h byly u chromované jehly naměřeny tyto průměrné hodnoty: 11,33N (0h), 9,47N (8h), 9,9N (40h) a pro TiN 9,35N (0h), 8,69N (8h), 9,69N (40h). To je zapříčiněno snížením koeficientu tření vlivem odírání jehly o šitý materiál. Dojde tedy ke zlepšení šicích vlastností jehly. Po 40

hodinách opotřebení dojde ke zvýšení síly průpichu, které je zřejmě zapříčiněno zvýšením drsnosti povrchu.

U jehel s chromovou povrchovou úpravou došlo po opotřebení 8 hod ke snížení síly průpichu o 16,4% a u jehly s TiN úpravou o 7,7%. Po 40 hodinách opotřebení síla průpichu opět vzrostla u jehel s chromovou úpravou o 4,5%, u jehel s TiN povlakem o 12,3%.

U keramických jehel došlo naopak po 8 hodinách ke zvýšení síly průpichu a to o 34,3%. Tato jehla má tedy opačný průběh opotřebení než jehly s chromovou a TiN úpravou, a tedy i změnu velikosti síly průpichu. Po 40 hodinách opotřebení došlo u těchto jehel ke snížení velikosti síly průpichu o 20,5 % a tyto hodnoty se přiblížily hodnotám nových jehel. Keramické jehly měly naměřené síly průpichu velice nízké, je to způsobeno i tím, že jehla měla daleko nižší jemnost (80 Nm) než jehly chromované a nitrid-titanové (120 Nm). U keramických jehel byly naměřeny tyto hodnoty: 2,8N (0h), 3,76N (8h), 2,99N (40h).

B) Pro hodnocení vlivu materiálu na velikost síly průpichy byly vybrány materiály používané pro automobilové systémy sezení. Byly zvoleny tři druhy nejpoužívanějších materiálů. Charakteristika těchto materiálů je uvedena v příloze č. 3.

Nejvyšší síla průpichu byla naměřena u *materiálu č. 2* (což je laminát tvořený pleteninou, polyuretanovou pěnou a pleteninou) a to jak u chromované tak u TiN jehly. Tento materiál má ze všech tří měřených materiálů nejvyšší tažnost, která je daná strukturou tohoto materiálu. Vysoká tažnost je charakteristická pro pleteniny. Síla průpichu byla u jehly s chromovým povlakem 16,78N (0h) a u jehly s TiN povlakem 12,01N (0h). Rozdíl síly průpichu u nové jehly byl 28,5%. Po 8 a 40 hodinovém opotřebení byla síla průpichu téměř totožná pro oba typy povrchových úprav. Průměrné hodnoty se pohybovaly od 11,5N do 12,12N. U tohoto typu materiálu má chromová jehla odlišné vlastnosti během šití narozdíl od TiN jehly, která má jak na začátku tak i během opotřebení stále stejné vlastnosti. U keramické jehly byly naměřeny tyto hodnoty: 2,19N (0h), 3,91N (8h) a 2,14N (40h).

U *materiálu č. 1* (laminát tvořený tkaninou, polyuretanovou pěnou a pleteninou) byly naměřené hodnoty síly průpichu v závislosti na stupni opotřebení téměř shodné. Tyto hodnoty byly ze všech tří materiálů nejnižší, a to pro všechny tři druhy jehel. Byly naměřeny tyto hodnoty: u chromové jehly 6,96N (0h), 6,8N (8h), 6,15N (40h), u TiN

8,14N (0h), 5,67N (8h) a 6,87N (40h), u keramické jehly 1,65N (0h), 2,16N (8h) a 2,09N (40h). Bylo to způsobeno především strukturou materiálu. Vrchní vrstvu materiálu tvořila tkanina s keprovou vazbou s řidší dostavou. Velkou část tohoto laminovaného materiálu tvořila polyuretanová pěna. Taková tkanina kladla jehle menší odpor při průpichu jehly než např. materiál č. 2.

U *materiálu č. 3* (přírodní useň) byly naměřeny tyto hodnoty: u chromové jehly 10,25N (0h), 10,11N (8h), 11,42N (40h), u TiN jehly 7,91N (0h), 8,68N (8h), 6,87N (40h). Tento materiál způsobil u keramické jehly nejvyšší sílu průpichu 4,55N (0h), 5,22N (8h), 4,75N (40h). Bylo to dáno strukturou materiálu. Useň byla kompaktní, pevný, tuhý materiál s vysokou hustotou vláken. Kladla jehle při průpichu velký odpor. Pro tento materiál není keramická jehla určená.

C) Pokud sleduji průměrné hodnoty získané měřením síly průpichu v závislosti na povrchové úpravě strojní šicí jehly mohu konstatovat, že nejnižší síla průpichu byla naměřena u keramické jehly, jak je patrné s obr. 3-13. Zde je však nutné poznamenat, že keramické jehly byly odlišných jemností než jehly s chromovou a TiN úpravou.

Pokud hodnotím jehly s chromovou a TiN úpravou, které jsou určené k šití automobilových sedáků, tak z výsledků měření vyplynulo, že jehla s TiN úpravou povrchu měla vždy menší sílu průpichu než jehla s chromovou úpravou. Nejvýraznější rozdíl síly byl u jehly nové. Tento rozdíl dosahoval 17,5%. U jehly opotřebované jednou směnou (8h) byl rozdíl 8,9%. Po 40 hodinovém opotřebení byla tato difference již nepatrná, činila 2,2%.

D) Pro simulaci klimatických podmínek byl použit přístroj UVCON, který působením zvýšené vzdušné vlhkosti, tepla a UV zářením zapříčinil poškození materiálů – strojních šicích jehel. Tomuto působení byly vystaveny jehly opotřebované 40 hod. Byly naměřeny tyto hodnoty: chromová jehla 11,36N (40h+Uvcon), TiN jehla 10,53N (40h+Uvcon) a keramická jehla 4,9N (40h+Uvcon). Z naměřených hodnot vyplývá, že u všech povrchových úprav došlo k nárůstu síly průpichu. Jak je z obr. 3-38 zřejmé, u chromové úpravy vzrostla síla o 14,7%, u nitrid-titanové úpravy o 8,7% a u keramického povlaku dokonce o 64,9%. Tyto hodnoty se přiblížily původním hodnotám neopotřebovaných jehel, které dosahovaly u jehly s chromovým povlakem 11,33 N, u TiN povlaku 9,35 N a u keramiky 2,8 N.

E) Jako vhodné se ukázalo zobrazení stupně opotřebení pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu. Po 8 hod opotřebení nedošlo k žádnému výraznému poškození u jehel s chromovým a TiN povlakem, ba naopak je vidět vyhlazení povrchu jehel. Potvrzují to i výsledky měření velikosti síly průpichu, kdy u chromované jehly klesla síla o 16,5% a u TiN jehly o 7,1%. U jehel s keramickým povlakem došlo k mírnému zdrsnění povrchu jehel. Na jehle jsou viditelné rýhy (obr. 3-26). To způsobilo zvýšení síly průpichu o 34,3%.

Snímky jehel s chromovou i TiN úpravou zobrazující 40-ti hodinové opotřebení ukazují daleko větší poškození povrchů. Nejvíce je to patrné u chromové jehly (obr. 3-19), na jejímž povrchu je vidět opotřebení povlaku a hluboké rýhy. U jehly s TiN úpravou jsou na hrotu jehly vidět místa, kde vrstva TiN chybí a tím pádem dochází k výrazným nerovnostem povrchu (obr. 3-23). U keramická jehly se po 40 hod opotřebení povrch výrazně vyhladil. Dříve viditelné hluboké rýhy se podstatně obrousily (obr. 3-27).

Pokud hodnotím snímky, které zachycují vliv vlhka a UV záření na povrch jehel, lze konstatovat, že všechny druhy jehel zaznamenaly podstatné zhoršení vzhledu. Došlo k výrazné korozi povrchu, nejzřetelněji je to vidět u jehly s chromovým povlakem (obr. 3-20). Naopak nejmenší vliv se projevil u jehly s keramickým povlakem (obr. 3-28).

5. Závěr

Diplomová práce byla zpracována na téma: „Studie vlivu parametrů šitého materiálu a povrchových úprav strojních šicích jehel na velikost síly průpichu“. Práce je rozdělena na dvě hlavní části – teoretickou a experimentální.

V teoretické části práce je proveden komplexní rozbor sledované problematiky, především je zde popsána charakteristika strojních šicích jehel a jejich povrchových úprav. Blíže jsou charakterizovány estetické vlastnosti švů a parametry, které vlastnosti ovlivňují. Rozebrány jsou také nejpoužívanější strojní šicí jehly se zaměřením na jejich povrchovou úpravu při zpracování materiálů určených na autosedačky.

V druhé experimentální části byla zjišťována velikost síly průpichu jehel s různými povrchovými úpravami v závislosti na parametrech šitého materiálu a stupni opotřebení jehly. Byl zde také hodnocen vzhled povrchu jehly.

Z diplomové práce na základě získaných poznatků lze formulovat tyto dílčí závěry:

- 1) Opotřebení strojní šicí jehly způsobilo po 8 hod snížení velikosti síly průpichu u chromové jehly z 11,33 N na 9,47 N, u TiN z 9,35 N na 8,63 N. Po 40 hod opotřebení síla opět vzrostla, a to u chromové jehly na 9,9 N, u jehly s TiN na 9,69 N. Keramická jehla měla průběh síly dle stupně opotřebení 0 - 8 - 40 hod 2,8 N - 3,76 N - 2,99 N.
- 2) Vliv šitého materiálu se nejvíce projevil u materiálu č. 2, jak u jehly s chromovým povlakem, tak s TiN povlakem. Velikost síly průpichu byla dle stupně opotřebení 0 - 8 - 40 hod u chromové jehly 16,78 N - 11,5 N - 12,14 N, u TiN povlaku jehly 12,01 N - 11,53 N - 11,33 N. U keramické jehly byla největší síla průpichu u materiálu č. 3 a to dle opotřebení 0 - 8 - 40 hod 4,55 N - 5,22 N - 4,75 N. Materiál č. 1 vykazoval nejmenší vliv na velikost síly průpichu u všech tří druhů jehel.
- 3) TiN úprava strojní šicí jehly způsobila snížení velikosti síly průpichu ve srovnání s jehlou chromovou o 17,5% u jehly nové, o 8,9% u jehly s 8 hodinami opotřebení a o 2,2% u jehly se 40 hod opotřebení. U TiN jehly se během 40 hod opotřebení neprojevila výrazná změna v síle průpichu. Nejvyšší síly průpichu byly potřebné u šicí jehly s chromovou povrchovou úpravou, naopak nejmenší síla byla potřebná u jehly s keramickým povlakem.

- 4) Simulování klimatických podmínek zvětšilo 40-ti hodinové opotřebení strojních šicích jehel. Nejvíce se to projevilo u jehly s chromovou úpravou, kdy síla vzrostla o 14,7%, u nitrid-titanové úpravy to bylo o 8,7% a u keramického úpravy dokonce o 64,9%. Tyto hodnoty se přiblížily původním hodnotám neopotřebovaných jehel (chromová jehla 11,33 N, TiN 9,35 N, keramika 2,8 N).
- 5) Elektronový rastrovací mikroskop (VEGA TS 5130) byl vhodný k hodnocení vzhledu povrchů strojních šicích jehel. U jehel s chromovou a TiN úpravou povrchu došlo po 8 hod opotřebení k nepatrnému vyhlazení povrchu. Naopak u jehel s keramickou povrchovou úpravou došlo k mírnému zdrsnění povrchu. Výraznější opotřebení se projevilo u všech jehel při 40-ti hodinovém opotřebení. Nejvíce je to znát u jehel s chromovým povlakem (obr. 3-19), nejméně u jehel s keramickým povlakem. Vliv vlhka a UV záření se projevil u všech druhů jehel korozí povrchu, nejvíce je to patrné u jehly s chromovým povlakem, nejméně u jehly s keramickým povrchem (obr. 3-28).
- 6) Keramické jehly použité v této práci jsou vhodné především na strojní vyšívání a nelze je tedy přímo srovnávat s jehlami používanými při výrobě automobilových sedáků. Mají sice vynikající vstupní vlastnosti (ovlivňující velikost síly průpichu), ale ty se během krátkodobého používání zhorší. Je zajímavé, že po 40 hod opotřebení se tyto vlastnosti opět zlepšují a blíží se počátečním hodnotám.
- 7) Na základě získaných výsledků a poznatků mé diplomové práce se nejlépe jeví jehly s TiN úpravou povrchu. U těchto jehel nedocházelo u síly průpichu k výraznějším změnám. Po celou dobu opotřebení jehly byla síla průpichu nižší než u jehly s chromou úpravou.
- 8) Pro další řešení této problematiky by bylo vhodné srovnat více měřitelných parametrů strojních šicích jehel, proto doporučuji v příštím výzkumu zabývat se nejen velikostí síly průpichu, ale také oděrem v oušku jehly, šicími schopnostmi nitě a pevností ve smyčce.

6. Seznam použité literatury

- [1] RAŠÍNOVÁ, J.: Estetické vlastnosti švů. DP VŠST, Liberec 1991.
- [2] KRESBOVÁ, M.: Technologie – oděvnictví. VŠST, Liberec 1990.
- [3] STANĚK, J., KUBÍČKOVÁ, M.: Oděvní materiály. VŠST, Liberec 1986.
- [4] VAJDÍKOVÁ, I.: Studie vlastností švů při spojování různých druhů oděvních materiálů. TUL 2005.
- [5] ZOUHAROVÁ, J.: Výroba oděvů – technologie spojování. TUL 2003.
- [6] HASS, V.: Oděvní stroje a zařízení I. Informatorium, Praha 2000.
- [7] ZOUHAROVÁ, J.: Konstrukce a povrchové úpravy strojních šicích jehel. MM Průmyslové spektrum, č.6/2007, str.62, MM publishing, Praha 2007
- [8] ZEŽULOVÁ, L.: Vliv usně a kůže na konstrukci strojních šicích jehel. DP TUL
- [9] MOTEJL, V.: Průzkum příčin zvyšování teploty strojové šicí jehly při šití. Kandidátská disertační práce, VŠST, Liberec 1973.
- [10] SEDLÁČEK, V.: Povrchy a povlaky kovů. ČVUT-FJF, Praha 1992.
- [11] KUNZ, O.: Problematika prosekávání ve švu u prádlových výrobků. Sborník z III. Celostátní konference přádelářského průmyslu, str. 79, Františkovy Lázně, srpen 1989
- [12] PAULIOVÁ, P.: Vliv povrchových úprav strojních šicích jehel na jejich životnost. DP TUL 2002.
- [13] NASIROV, K.: Tepelná analýza strojní šicí jehly. DP VŠST, Liberec 1997.
- [14] SÜSSER, A.: Studie vlivu konstrukce jehly SAN 10 na snížení poškození pletenin při tvorbě švu. DP TUL 2006.
- [15] NOVÁK, J.: Studie vlivu parametru šitého materiálu a druhu šicích jehel na velikost síly průpichu. DP TUL 2004.
- [16] MISAŘOVÁ, V.: Studie vlivu konstrukce strojní šicí jehly SAN 11. DP TUL 2003.
- [17] Informační materiály firmy GROZ-BECKERT.
- [18] KREIBICH, V.: Strojírenské materiály a povrchové úpravy. ČVUT, Praha 1984.
- [19] SUCHÁNEK, V., STIBALOVÁ, H., KREIBICH, V.: Speciální technologie povrchových úprav. ČVUT, Praha 1993.
- [20] Kolektiv autorů: ASM HANDBOOK, Volume 5 – Surface Engineering. ASM, 2000.

Přílohy

Příloha č. 1: Vzorky jehel použitých v experimentu

Příloha č. 2: Řezy strojními šicími jehlami

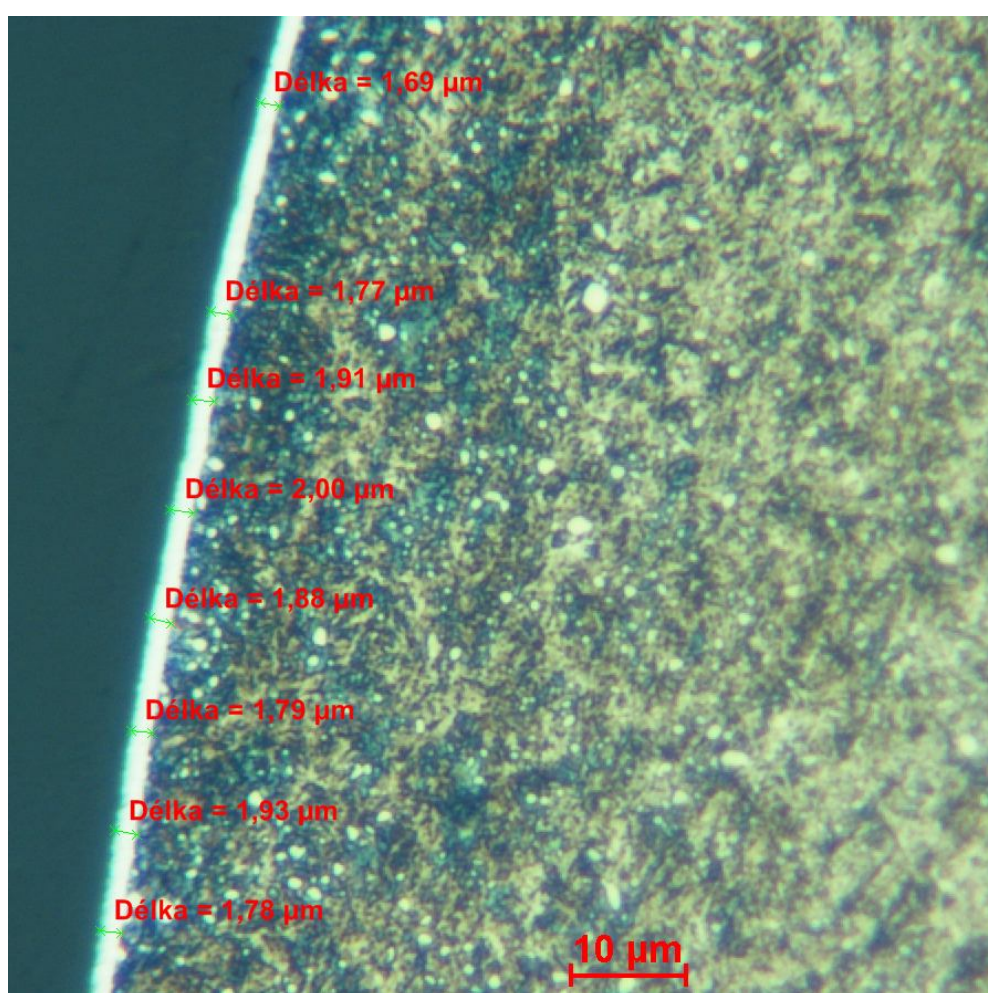
Příloha č. 3: Vzorky textilních materiálů použitých v experimentu

Vzorky jehel použitých v experimentu

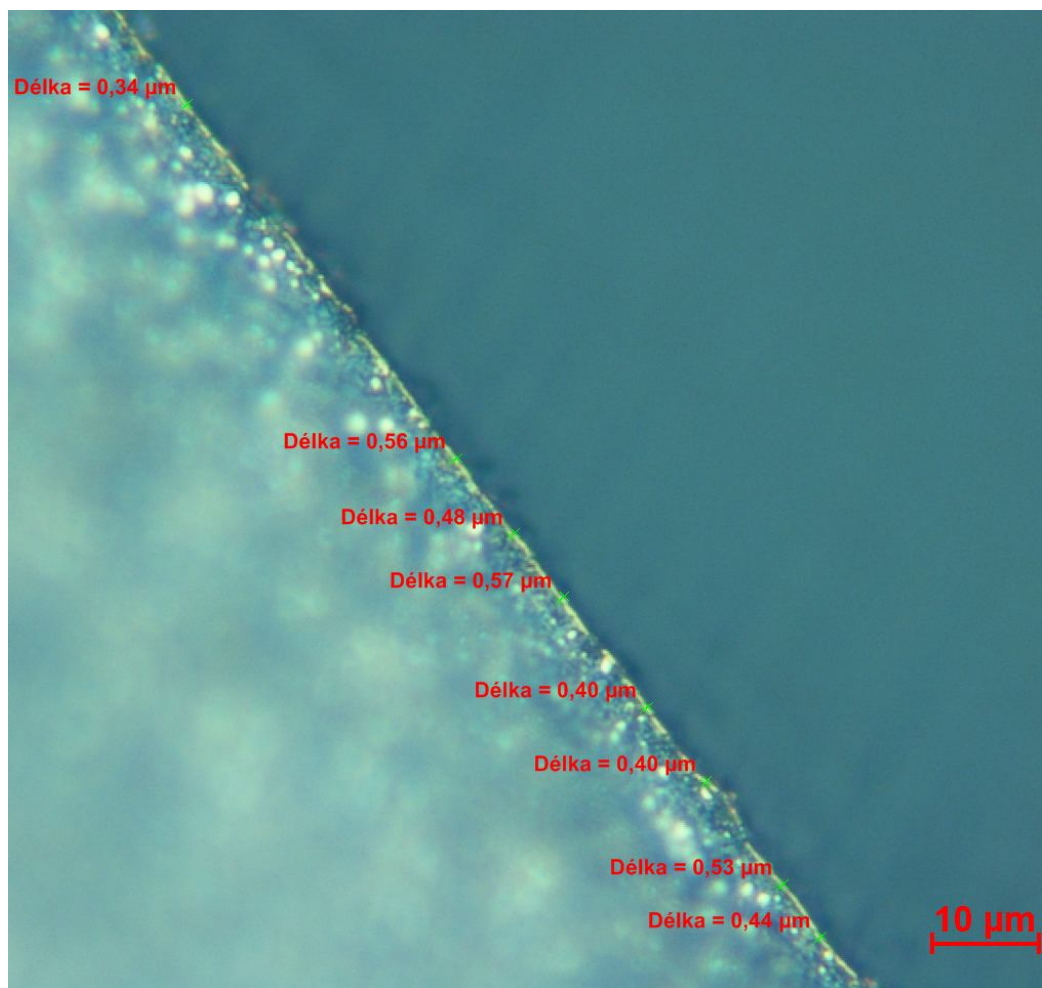
Výrobce jehel	Systém jehly	Jemnost jehly [Nm]	Povrchová úprava jehly	
Groz- Beckert	134-35 FG/SUK	120/19	chróm	
Groz- Beckert	134-35 SAN 5 RG	120/19	TiN (Gebedur)	
Tajima	DBxK5 CM	80/16	keramika	

Řezy strojními šicími jehlami

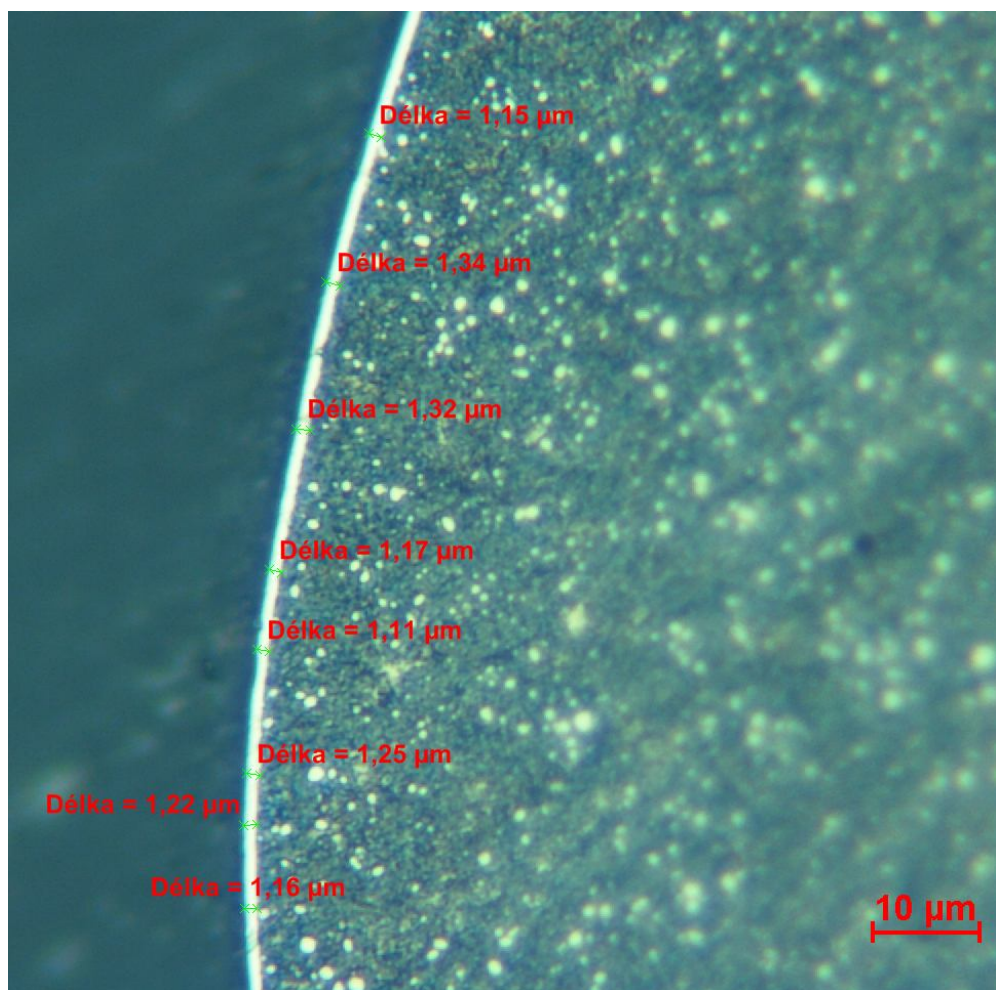
Metalografické výbrusy byly zobrazeny pomocí mikroskopu Neophot 21 a systému analýzy obrazu NIS Elements 2.3.



Obr. P 1 Metalografický výbrus jehly – leptáno Nital – jehla s chromovým povlakem



Obr. P 2 Metalografický výbrus jehly – leptáno Nital – jehla s TiN povlakem



Obr. P 3 Metalografický výbrus jehly – leptáno Nital – jehla s keramickým povlakem

Vzorky textilních materiálů použitých v experimentu

Materiál č.1 - Piano 01 / Z31

1.vrchní vrstva – tkanina: 100% polyester

vazba: keprová

Do=160 nití / 10 cm

Dú=140 nití / 10 cm

2.spojovací vrstva – netkaná textilie: 100% polyuretan

3.spodní vrstva – pletenina: 100% polyester

Plošná hmotnost: 580 g/m²

Tloušťka: 9,15mm

Materiálové složení: 81% polyester, 19% polyuretan

Materiál č.2 – Velur S

1.vrchní vrstva – pletenina: 100% polyester

jednolícní s postřiženou kličkou,

vazba plyšová, třibarevná

2.spojovací vrstva – netkaná textilie: 100% polyuretan

3.spodní vrstva – pletenina: 100% polyester

Plošná hmotnost: 319 g/m²

Tloušťka: 4,83 mm

Materiálové složení: 84% polyester, 16% polyuretan

Materiál č.3 - Vachette

1.vrstva – přírodní useň vyrobená z těžké hověžiny

kombinovaně činěná, žehlená úprava,

probarvená v lázni, určená k čalounění

Plošná hmotnost: 574 g/m²

Tloušťka: 1,15 mm